



Handbuch

der

Wasserbaukunst

von

Dr. G. Hagen,
Geheimem Ober-Baurath und Mitglied der Academie der Wissenschaften
in Berlin.

Zweiter Theil:

Die Ströme.

Erster Band mit 17 Kupfertafeln.

Zweite Auflage.

Königsberg in Preussen
bei den Gebrüdern Bornträger.
1853.

Inhalts-Verzeichniss

vom ersten Bande des zweiten Theiles.

Sechster Abschnitt.

Uferschälungen.

§. 49.

Bestimmung des Seitendrucks der Erde.

Die Ablagerungen des aufgeschwemmten Bodens, und zwar eben sowohl die natürlichen, wie die künstlichen, befinden sich nur im Gleichgewichte, wenn ihre Seitenflächen mit einer hinreichend sanften Neigung sich gegen die angrenzenden Vertiefungen senken. Wollte man eine Erdmasse ohne künstliche Einfassung entweder ganz senkrecht oder doch sehr steil aufschütten oder abstechen, so könnte sie sich freilich unter gewissen Umständen, die früher (§. 43) angeführt sind, noch einige Zeit hindurch halten, doch würde dieses für die Dauer nicht der Fall sein, und bei den meisten Erdarten, namentlich wenn die Höhe schon mehrere Fusse beträgt, würde die Masse sogleich in gewissen Bruchflächen sich trennen, und herabstürzen, bis diejenige Neigung sich darstellt, welche der Natur der Erde entspricht. Wenn es daher die Absicht ist, eine natürliche Anhöhe dieser Art oder eine künstliche Anschüttung senkrecht oder doch sehr steil zu begrenzen; so kann dieses nur geschehen, indem man eine Einfassung davor ausführt, gegen welche der Boden sich sicher stützen kann, und dadurch am Herabfallen verhindert wird.

Bestehen solche Einfassungen aus Mauerwerk, so heissen sie **Futtermauern**, wenn sie dagegen aus Holz erbaut sind, so nennt man sie **Bohlwerke**. Doch kommen auch eiserne Bohlwerke vor, und wenn die Neigungen flacher werden, so genügen zuweilen schon Zäune, Pflanzungen und Rasenbekleidungen. Beim Wasserbau finden sich die erwähnten Constructionen vorzugsweise an den Ufern der Flüsse und überhaupt neben grösseren Gewässern, man nennt sie alsdann im Allgemeinen **Uferschälungen**, sie heissen aber **Kaimauern**, wenn sie massiv sind, und ein Kai oder einen Anlegeplatz für Schiffe darstellen.

Um die Dimensionen und die sonstige Anordnung der Uferschälungen zu bestimmen, muss man den Seitendruck kennen, welchen die dahinter liegende Erde darauf ausübt.

Bélidor *) hat zuerst die Grösse dieses Drucks zu ermitteln versucht; er geht dabei aber von Voraussetzungen aus, die sehr willkührlich gewählt, und in der That ganz unbegründet sind. Ich will dieselben indessen hier kurz bezeichnen, da man in manchen Fällen noch immer Bélidor's Regeln und Tabellen zur Bestimmung der Stärke der Futtermauern zu benutzen pflegt. Diese Voraussetzungen sind: die Hinterfüllungserde zerspaltet gleichzeitig in eine grosse Anzahl dünner Schichten, und zwar sind diese sämmtlich durch Bruchebenen begrenzt, die unter einem Winkel von 45 Graden den Horizont treffen. Eine jede derselben drückt in der Art auf die Futtermauer, dass der horizontale Druck immer dem Gewichte der Schicht gleich sein würde, wenn keine Cohäsion zwischen den Schichten statt fände. Letztere consumirt die Hälfte des Gewichtes, und sonach ist der Horizontaldruck nur dem halben Gewichte der Schicht gleich. Auf solche Art ergeben sich die verschiedenen Pressungen, die auf die einzelnen horizontalen Schichten der Mauer wirken und unter Voraussetzung eines unzerstörbaren Zusammenhanges der Mauer, bestimmt sich wieder die nöthige Stabilität derselben, welche allen diesen Pressungen das Gleichgewicht hält. Die Unrichtigkeit dieser Voraussetzungen ist grösstentheils an sich klar, zum Theil wird sie sich noch aus dem Folgenden ergeben.

Coulomb **) betrachtete den Druck der Erde zuerst unter einem richtigeren Gesichtspunkte. Nach ihm darf man nicht annehmen, dass die hinter der Wand befindliche Erde auf einmal in einer grossen Menge von Bruchflächen spaltet, sondern ihr horizontaler Druck wird jedesmal nur durch ein einzelnes abbrechendes Prisma bestimmt, welches längs der Bruchfläche herabzugleiten strebt. Für alle solche Prismen, die sich möglicher Weise lösen können, ist der entsprechende Druck gegen die Wand keineswegs gleich; es giebt vielmehr ein gewisses Prisma, welches den grössten Druck ausübt, und dieses ist es gerade, welches man

*) *La Science des Ingénieurs.* 1729. *Liv. I.* §. 32.

**) In den *Mémoires des savans étrangers.* 1773.

untersuchen muss, denn sobald die Wand stabil genug ist, um diesem zu widerstehen, so widersteht sie auch allen übrigen. Die Resultate, zu denen Coulomb auf diese Art gelangt, stimmen mit den spätern Untersuchungen von Prony, Woltmann, Eytelwein und Navier sehr genau überein: ich will sie daher in der einfachsten und bequemsten Form vortragen, welche Prony *) dafür angegeben hat.

In Fig. 1. auf Taf. XXII. sei AB die bewegliche senkrechte Wand, wogegen die Erdmasse CAB sich lehnt, und zwar sei letztere in ihrer Oberfläche horizontal abgeglichen. Die Länge der Wand oder der Erdschüttung sei gleich b und die Höhe der Erdschüttung über dem untern Rande der Wand gleich h. Von der Bruchfläche wird vorausgesetzt, dass sie immer eine Ebene sei, und es ergiebt sich ohne weitern Beweis, dass dieselbe den Fuss der Wand treffen muss, weil der Druck, der alsdann gegen die Wand ausgeübt wird, grösser ausfällt, als wenn die Bruchebene höher läge. Für diese Ebene wird eine noch näher zu ermittelnde Neigung gegen das Loth, nämlich φ angenommen, und es bezeichne f den Reibungs-Coefficienten zwischen den Erdtheilchen, c ihre Cohäsion auf 1 Quadratfuss Oberfläche und γ das Gewicht von 1 Cubikfuss Erde.

Durch den Bruch in der Richtung BC löst sich ein Erd-Prisma, das bei seiner ersten Bewegung, und indem es eben den gesuchten Druck ausübt, nicht weiter zerfällt, daher während dieser Zeit, als ein zusammenhängender Körper betrachtet werden darf. Sein Gewicht ist gleich

$$\frac{1}{2} b h^2 \gamma . tgt \varphi$$

folglich der Druck desselben, der zur Bruchebene parallel gerichtet ist

$$\frac{1}{2} b h^2 \gamma . sin \varphi$$

und der Normaldruck gegen die Bruchebene

$$\frac{1}{2} b h^2 \gamma . sin \varphi . tgt \varphi$$

daher die Reibung

$$\frac{1}{2} b h^2 \gamma f . sin \varphi . tgt \varphi$$

*) *Recherches sur la poussée des terres. Paris* 1802.

der Effect der Cohäsion ist aber

$$b\,c\,h\,Sec\,\varphi$$

der ganze Druck, den das Prisma parallel zur Bruchebene ausübt, ist demnach

$$\frac{1}{2}\,b\,h^2\,\gamma\,.\,Sin\,\varphi\,(1-f\,tgt\,\varphi)-c\,b\,h\,.\,Sec\,\varphi$$

Um die Wirkung desselben aufzuheben, muss die Wand einen entsprechenden Gegendruck veranlassen, und wenn derselbe horizontal gedacht wird, so wirkt nur ein Theil von ihm unmittelbar dem letzteren entgegen, während der andere Theil die Bruchebene normal trifft, die Reibung vermehrt, und dadurch mittelbar gleichfalls das Herabgleiten des Sandprismas verhindert. Dieser gesuchte Horizontaldruck der Wand, den ich H nenne, verhindert die schräge abwärts gerichtete Bewegung des Prismas mit einer Kraft

$$H\,(Sin\,\varphi+f\,Cos\,\varphi)$$

letztere muss dem in gleicher Richtung ausgeübten Drucke des Prismas das Gleichgewicht halten, folglich

$$\frac{1}{2}b\,h^2\,\gamma\,.\,Sin\,\varphi\,(1-f\,tgt\,\varphi)-b\,c\,h\,Sec\,\varphi=H\,(Sin\,\varphi+f\,Cos\,\varphi)$$

Setzt man nun

$$f=Cotg\,\psi$$

so vereinfacht sich der vorstehende Ausdruck, und man erhält

$$H=\frac{1}{2}\,b\,h^2\,\gamma\,tgt\,\varphi\,.\,tgt\,(\psi-\varphi)-b\,c\,h\,\frac{Sin\,\psi}{Cos\,\varphi\,.\,Cos\,(\psi-\varphi)}$$

indem nun aber $\psi=(\psi-\varphi)+\varphi$, so ist

$$\frac{Sin\,\varphi}{Cos\,\varphi\,.\,Cos\,(\psi-\varphi)}=tgt\,(\psi-\varphi)+tgt\,\varphi$$
$$=tgt\,\psi-tgt\,\psi\,.\,tgt\,\varphi\,.\,tgt\,(\psi-\varphi)$$

dieses substituirt, giebt

$$H=\left(\frac{1}{2}\,b\,h^2\,\gamma+b\,c\,h\,.\,tgt\,\psi\right)tgt\,\varphi\,.\,tgt\,(\psi-\varphi)-b\,c\,h\,.\,tgt\,\psi$$

Der Winkel φ unter welchem der Bruch erfolgt, war bisher willkührlich angenommen, es ist aber schon bemerkt worden, dass hier nur derjenige Bruch untersucht werden darf, wobei der Druck gegen die Wand, oder H ein Maximum wird. Man muss also den Ausdruck, oder H in Beziehung auf φ differenziren, und man bemerkt sogleich, dass es nur darauf ankommt, das Product

$$tgt\,\varphi\,.\,tgt\,(\psi-\varphi)$$

zu einem Maximum zu machen. Dieses geschieht, wenn

$$\psi - \varphi = \varphi$$

$$\text{oder } \varphi = \frac{1}{2}\psi$$

wird, dadurch verändert sich der Werth für H in

$$H = \frac{1}{2} b\, h^2 \gamma\, tgt \frac{1}{2}\psi^2 - b\, c\, h \,.\, tgt\, \psi \left(1 - tgt\, \frac{1}{2}\psi^2\right)$$

$$\text{aber}\quad 1 - tgt \frac{1}{2}\psi^2 = 2\, \frac{tgt \frac{1}{2}\psi}{tgt\, \psi}$$

daraus ergiebt sich endlich

$$H = b\, h \,.\, tgt \frac{1}{2}\psi \left(\frac{1}{2} h \gamma \,.\, tgt \frac{1}{2}\psi - 2\, c\right)$$

In diesem Ausdruck kommen drei Constanten vor, die eine, nämlich γ bezeichnet das Gewicht von einem Cubikfuss Erde, und ist durch unmittelbares Wiegen leicht zu bestimmen: dagegen scheint die Ermittelung des Reibungs-Coefficienten, wovon der Winkel ψ abhängt, und des der Cohäsion, oder c, nicht so nahe zu liegen. Es lassen sich indessen auch für diese Grössen die Werthe durch sehr einfache Beobachtungen auffinden, von denen es nur zu bedauern ist, dass sie keine grosse Schärfe gestatten.

Um den Winkel ψ zu bestimmen, gab schon Coulomb das folgende Verfahren an: man schütte die Erde, die man zur Hinterfüllung der Futtermauer benutzen will, auf einen Haufen, und beobachte die steilste Dossirung, welche sie auf eine grössere Länge in der Seite noch anzunehmen im Stande ist. Nennt man den Winkel, welchen diese Seite mit dem Lothe macht, α; so wird eine in der Oberfläche liegende kleine Quantität Erde q herabzugleiten streben mit einer Kraft gleich

$$q \,.\, Cos\, \alpha$$

der Normaldruck, den sie gegen die Böschung ausübt, ist aber gleich

$$q\, Sin\, \alpha$$

folglich die Reibung, die sie erleidet

$$f\, q \,.\, Sin\, \alpha$$

Indem nun aber die Böschung nach der Annahme schon so steil ist, dass die Erde sich nur eben noch erhält, d. h. dass die Reibung nicht stärker ist, als der schräge abwärts gerichtete Druck, so folgt, dass

$$q \, Cos \, \alpha = f \, q \, . \, Sin \, \alpha$$

oder $f = Cotg \, \alpha = Cotg \, \psi$ sein muss.

Man bestimmt also den Winkel ψ, oder den Reibungs-Winkel, indem man die Neigung der steilsten Böschung gegen das Loth misst.

Zur Bestimmung des Werthes von c hat Prony ein Verfahren angegeben, welches unmittelbar aus dem letzten Ausdrucke für H hervorgeht. Man untersucht nämlich, bis zu welcher Höhe die Erde sich noch senkrecht abstechen lässt: das Maximum dieser Höhe sei h^1, so wird für diesen Fall der Horizontaldruck oder $H = 0$ sein, und man hat

$$0 = \frac{1}{2} h^1 \gamma \, . \, tgt \, \frac{1}{2} \psi - 2 c$$

oder $c = \frac{1}{4} \gamma \, . \, tgt \, \frac{1}{2} \psi \, . \, h^1$

Substituirt man diesen Werth von c in den obigen Ausdruck für H, so erhält man endlich

$$H = \frac{1}{2} \, b \, h \, \gamma \, . \, tgt \frac{1}{2} \, \psi^2 \, (h - h^1)$$

Diese einfache und elegante Formel, welche Prony schon vor vierzig Jahren bekannt machte, ist für die Rechnung überaus bequem, und dieses auch aus dem Grunde, weil darin die Reibung und Cohäsion gerade durch diejenigen Grössen ausgedrückt sind, welche die Beobachtungen unmittelbar ergeben.

Ich bemerke noch, dass die Betrachtung der verschiedenen Kräfte, welche auf den Schwerpunkt des abgleitenden Prismas wirken, zu einem gleichen Resultate führt. Diese Kräfte sind nämlich, wenn man $b = 1$ setzt:

1) das Gewicht des Prismas, oder $Q = \frac{1}{2} h^2 \gamma \, . \, tgt \, \varphi$: dasselbe wirkt vertical abwärts.
2) der gesuchte Horizontaldruck H
3) der Normaldruck N, den das Prisma von der darunter befindlichen Erdmasse erfährt, und
4) der Widerstand R, der sich dem Herabgleiten des Prismas entgegensetzt. Dieser umfasst sowohl die Reibung, als die Cohäsion, und man hat daher

$$R = N \, . \, Cotg \, \psi + c \, h \, . \, Sec \, . \, \varphi$$

Die benannten vier Kräfte sind im Gleichgewichte, wenn die Summen ihrer virtuellen Momente sowohl in horizontaler, als in verticaler Richtung gleich Null sind. Man erhält daher die beiden Bedingungs-Gleichungen

$$H + R \,.\, Sin\,\varphi - N \,.\, Cos\,\varphi = 0$$
$$Q - R \,.\, Cos\,\varphi - N \,.\, Sin\,\varphi = 0$$

und wenn man für Q und R die angegebenen Werthe einführt, und N eliminirt, so findet man unmittelbar wie oben

$$H = \frac{1}{2} h^2 \gamma \,.\, tgt\,\varphi \,.\, tgt\,(\psi - \varphi) - c\,h\,[tgt\,(\psi - \varphi) + tgt\,\varphi]$$

Es bleibt noch übrig, die Höhe zu bestimmen, in welcher der Horizontaldruck gegen die Wand vereinigt gedacht werden kann, nach der letzten Auseinandersetzung sollte man meinen, dass diese Höhe mit der Höhe des Schwerpunktes vom Prisma übereinstimmen, oder der Mittelpunkt dieses Druckes in einer Höhe, die gleich $\frac{2}{3}h$ ist, über dem untern Rande der beweglichen Wand liegen müsste. Prony und ebenso die übrigen Schriftsteller finden aber andere Resultate, die zwar nicht ganz genau untereinander übereinstimmen, aber doch keine grosse Verschiedenheiten zeigen. Ich werde wieder Prony folgen.

Wenn die bewegliche Wand schon im Punkte F ihren untern Rand hätte, und $AF = z$ wäre, so würde man den entsprechenden Horizontaldruck finden

$$H = k\,(z^2 - h^1\, z)$$

wo k der Abkürzung wegen das Product aus den constanten Factoren des obigen Ausdruckes bezeichnet. Vergrössert sich nun die Höhe der Wand, um dz, so vermehrt sich auch der Horizontaldruck um

$$d\,H = k\,(2\,z\,d\,z - h^1\,d\,z)$$

Alsdann wird die Voraussetzung gemacht, dass bei der eintretenden Vergrösserung der Wand der Druck auf den obern Theil oder auf z sich nicht verändert, und daher die Vermehrung des Druckes oder $d\,H$, allein den Theil $d\,z$ trifft. Das Moment dieses Druckes in Bezug auf den untern Rand der Wand, ist sonach

$$(h - z)\,d\,H = k\,(h - z)\,(2\,z - h^1)\,d\,z$$

Integrirt man diesen Ausdruck, und zwar innerhalb der Grenzen

von $z = h^1$
bis $z = h$

(weil nämlich bei einer Höhe der Wand, die gleich h^1 ist, der Druck erst anfängt) so findet man das Moment aller horizontalen Pressungen, und dieses dividirt durch die Summe derselben Pressungen, oder durch den ganzen Horizontaldruck giebt endlich den gesuchten Abstand des Mittelpunktes des Druckes vom untern Rande der Wand, oder

$$r = \frac{(h - h^1)(h + \frac{1}{2} h^1)}{3\,h}$$

Für den Fall, dass keine Cohäsion statt findet, oder $h^1 = 0$ ist, wird

$$r = \frac{1}{3} h$$

$$\text{und } H = \frac{1}{2} b\, h^2 \gamma \cdot tgt\, \frac{1}{2} \psi^2$$

In der vorstehenden Untersuchung über die Grösse des Erddruckes gegen verticale Wände, sind einige Voraussetzungen gemacht worden, die man zwar als richtig anzusehen pflegt, die aber dennoch an sich keineswegs klar sind, und daher eine nähere Prüfung verdienen. Hierher gehört zuerst die Annahme, dass die Bruchfläche, in welcher sich das Prisma des stärksten Druckes von der übrigen Erdmasse trennt, eine Ebene sei. Gewiss wird die Fläche so gestaltet sein, dass sie dem ganzen abgebrochenen Prisma eine bestimmte und gemeinsame Bewegung anzunehmen erlaubt, und indem die späteren Trennungen einzelner Theile hier gar nicht berücksichtigt werden, weil nur die erste Bewegung in Betracht kommt, so kann das Prisma nur auf zwei Arten sich verschieben, nämlich entweder rückt es ohne Drehung von seiner Stelle, oder es dreht sich um eine gewisse horizontale Achse. Im ersten Falle ist die Bruchfläche eine Ebene und im zweiten eine cylindrische Fläche. Auch könnten beide Bewegungen gleichzeitig eintreten, ein dritter Fall ist nicht denkbar. Die beiden erwähnten Fälle treffen aber in so fern zusammen, als man die Ebene auch als eine cylindrische Fläche ansehen kann, für welche der Radius unendlich gross geworden ist. Wenn es sich also ganz allgemein beweisen liesse, dass bei allen cylindrischen Bruchflächen, die sich hier bilden können, der Horizontaldruck des da-

durch getrennten Prismas mit der Grösse des Radius zunimmt, und er sein Maximum erreicht, sobald der letztere unendlich gross wird; alsdann wäre der Beweis für die Richtigkeit der Annahme geführt. Es tritt indessen hierbei die grosse Schwierigkeit ein, dass die Reibung nicht mehr in der ganzen Bruchfläche gleich gross bleibt, und dadurch wird die Rechnung ausserordentlich complicirt: es ist mir auch nicht geglückt, das angedeutete Resultat darzustellen. Auch Coulomb gelang es nicht, den Beweis, den er freilich auf eine andere Art zu führen versuchte, zu Ende zu bringen *) und soviel mir bekannt, hat Prony gleichfalls diesen Punkt nicht aufgeklärt, obwohl er in dem citirten Mémoire die ausführliche Untersuchung über die Form der Bruchfläche später zu geben verspricht.

Nach meinem Dafürhalten darf man auch nicht erwarten, dass die Bruchfläche unter allen Umständen eine Ebene sein wird, und namentlich wird sie bei partiellen Belastungen der Erdschüttung sich als eine stark gekrümmte cylindrische Fläche darstellen müssen. Wenn man nämlich von dem Gesichtspunkte ausgeht, dass jedesmal diejenige Bewegung eintritt, wobei der Schwerpunkt der ganzen getrennten Masse sich am tiefsten senkt, so ist es wahrscheinlich, dass bei einer Belastung, die ohnfern der Grenze der Bruchfläche liegt, die letztere abwärts gekrümmt sein wird, und sie wird aufwärts gekrümmt sein, wenn die Belastung nahe an der Wand angebracht ist. Finden dagegen solche partielle Belastungen nicht statt, so scheint es, dass die Bruchfläche eine Ebene sein muss: ich werde den Beweis dafür zu geben versuchen, nachdem ich eine zweite Voraussetzung in der obigen Untersuchung näher geprüft habe, die mit diesem Beweise im Widerspruch steht.

Diese Voraussetzung betrifft die Art, wie man sich die Kraft H angebracht denkt. In der vorstehenden Auseinandersetzung ist H so gross angenommen, dass ein Theil davon dem Herabgleiten des Prismas sich widersetzt, und ein anderer Theil den Druck auf die Bruchfläche und sonach die Reibung vermehrt. Wenn die bewegliche Wand durch nichts weiter, als durch diese horizontale

*) *Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de statique, rélatifs à l'Architecture.* Dieser Aufsatz ist in der neuern Ausgabe von Coulomb's *Théorie des machines simples. Paris* 1821 mit abgedruckt.

Kraft gehalten wird, so ist eine solche Annahme allerdings gegründet, wie sich dieses auch aus den obigen Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht derjenigen Kräfte ergiebt; die sämmtlich auf den Schwerpunkt des Prismas wirken. Anders verhält es sich aber, wenn die Wand auf einem festen Fundamente steht, und beim Ausweichen wohl umgeworfen oder fortgeschoben werden kann, aber doch in ihrem Fusse nicht herabsinkt. Alsdann wird die Wand ihre Stellung schon behalten, sobald sie nur stabil genug ist, um dem horizontalen Theile derjenigen Kraft widerstehen zu können, womit das Prisma schräge herabzugleiten strebt. Dieses H ist aber viel kleiner, als jenes, das eben gefunden wurde. Woltmann hat in seiner Abhandlung über den Druck der Erde *) diese Verschiedenheit schon zur Sprache gebracht, und er führt eine Mittheilung von Kästner an, worin gerade diejenige Zerlegung der Kräfte gewählt wird, deren ich eben erwähnt habe. Diese Annahme stimmt auch mit den Beobachtungen, die Woltmann anstellte, gut überein, während die erste zu Resultaten führt, die von den beobachteten Werthen sehr weit abweichen. Woltmann entscheidet sich indessen doch für jene erste Annahme, und er wird in seiner Meinung noch durch einen Brief von Brünings bestärkt, der das von Kästner gewählte Verfahren für einen „Verstoss gegen die ganze Mathematik von Archimedes bis zu de la Grange“ erklärt. Nichts desto weniger ist dieses Verfahren den Verhältnissen, wie sie wirklich vorkommen, ganz angemessen, und die Beobachtungen bestätigen es auch.

Indem ich mit Rücksicht auf diese Abänderung die Untersuchung durchführe, will ich zugleich die Aufgabe allgemein stellen, und weder voraussetzen, dass die Wand vertical stehe, noch auch, dass die Hinterfüllungserde horizontal abgeglichen sei. Nichts desto weniger muss die Bedingung beibehalten werden, dass die Oberfläche der Hinterfüllungserde eine Ebene bildet, und keine partielle Belastung darauf vorkommt, weil nur in diesem Falle die Annahme einer Bruchebene sich rechtfertigen lässt. Man hat auch sonst schon den Druck von schrägen Erdschüttungen gegen schräge Wände untersucht, da jedoch in diesen

*) Beiträge zur hydraulischen Architektur: Band III. und IV. Göttingen 1794 und 1799.

Rechnungen immer die unpassende Zerlegung des Horizontaldruckes eingeführt worden ist; so war es überflüssig, sie zu wiederholen, und ich habe mich begnügt, sie nur für den einfachsten Fall mitzutheilen.

Wenn keine partiellen Belastungen der Hinterfüllungserde vorkommen, so wird der Druck, den das abbrechende Prisma *ABC* Fig. 2 normal gegen die Wand *AB* ausübt, sich aus den Pressungen zusammensetzen, welche seine einzelnen Theile in derselben Richtung äussern, und die Pressung eines jeden Theiles, der die Wand nicht unmittelbar berührt, überträgt sich ungeschwächt durch die dazwischen liegende Erdmasse, weil das ganze Prisma sich bei der ersten Bewegung nicht weiter trennt, und es daher während dieser Zeit als fester Körper wirkt. Betrachte ich nun eine Scheidungsebene *DE*, welche mit der Wand *AB* parallel ist, so wird der ganze Druck gegen die letztere gleich sein der Summe der Pressungen der beiden Prismen *ABDE* und *DEC*. Der erste Theil ist durch die Krümmung der Bruchfläche *BE* bedingt, und sonach als constant anzusehen, wogegen der letzte noch variabel bleibt, wenn man zweifelhaft ist, in welcher Richtung die Bruchfläche von *E* ab, sich aufwärts fortsetzen wird. Man untersucht hier denjenigen Fall, wobei die Normalpressung gegen die Wand ein Maximum ist: es muss also auch die in gleicher Richtung ausgeübte Pressung des kleinen Prismas gegen *DE* ein Maximum sein. Wenn man nun von der Cohäsion ganz abstrahirt, so überzeugt man sich leicht, dass der Querschnitt des kleinen Prismas *DEC*, dem des grossen *ABC* ähnlich sein muss, damit er ebenso wie dieses das Maximum der Pressung darstellt. Eine solche Aehnlichkeit zwischen dem ganzen Bogen *BEC* und jedem beliebigen Theile desselben *EC* findet aber nur statt, wenn *BEC* eine gerade Linie wird. Die Bruchfläche ist sonach unter diesen Umständen eine Ebene.

Auf die Cohäsion werde ich im Folgenden nicht Rücksicht nehmen, wie dieses auch gemeinhin geschieht, indem dieselbe zu sehr von zufälligen Umständen abhängt, und ihr Werth bei einer frisch aufgeschütteten Erde überhaupt sehr geringe ist. Dazu kommt noch, dass der Stand ebensowohl im ganz trockenen, als im sehr nassen Zustande keine Cohäsion hat.

Dass ich den gegen die Wand normal gerichteten Druck betrachte, und nicht etwa den, welcher horizontal dagegen ausgeübt wird, wie dieses Prony thut, rechtfertigt sich schon dadurch, dass der erstere beim Drehen der Wand um eine gewisse horizontale Achse auf eine einfachere Art in Rechnung gestellt werden kann, als der letztere: und dieses ist gerade der Fall, der immer vorkommt, denn es giebt wohl kein Beispiel dafür, dass eine Mauer ohne Aenderung ihrer Neigung durch den Erddruck fortgeschoben wäre. Dazu kommt noch der Umstand, dass der Einfluss der Reibung zwischen der Wand und der zunächst dahinter liegenden Erde sich auf diese Art ganz vernachlässigen lässt. Sobald die Wand nämlich ihre Stellung noch nicht verändert hat, so befindet sich die Erde neben ihr auch noch in Ruhe, und die erste Bewegung, welche erfolgen kann, und die hier gerade untersucht werden soll, zeigt sich darin, dass der erwähnte Normaldruck, der von dieser Reibung ganz unabhängig ist, die Wand fortstösst: erst wenn dieses geschehen ist, fängt die Erde an zu sinken, und der Einfluss der Reibung giebt sich alsdann zu erkennen.

Es bilde nach Fig. 3. die Wand AB den Winkel α gegen das Loth, und die Oberfläche der Hinterfüllungserde AC den Winkel β gegen den Horizont. Ausserdem sei die in schräger Richtung gemessene Höhe der Wand, oder AB wieder gleich h und γ das Gewicht von einem Cubikfuss der Hinterfüllungserde, und endlich die Breite der Wand und des Erdprismas gleich 1. Alsdann wirken gegen den Schwerpunkt vier Kräfte, nämlich:

1) Q oder das Gewicht des Prismas. Dieses ist, wenn man die Neigung der Bruchebene gegen das Loth wieder gleich φ setzt

$$Q = \frac{1}{2} h^2 \gamma \, Cos\,(\alpha + \beta) \frac{Sin\,(\varphi - \alpha)}{Cos\,(\varphi + \beta)}$$

2) der zunächst zu ermittelnde Druck P der zur Bruchebene parallel eingerichtet ist,
3) der Normaldruck gegen die Bruchebene N, und
4) die Reibung $R = f\,N = N\,Cotg\,\psi$, welche in derselben Richtung wie P wirkt.

Diese Kräfte stehen untereinander im Gleichgewichte, wenn den folgenden beiden Gleichungen genügt wird, nämlich:

$$0 = P + R - Q \, Cos \, \varphi$$

$$\text{und } 0 = N - Q \, Sin \, \varphi$$

es ergiebt sich daraus

$$P = Q \frac{Sin(\psi - \varphi)}{Sin \, \psi}$$

Diese Kraft P wirkt parallel zur Bruchebene, und trifft bei ihrer geradlinigen Uebertragung die Wand in einem Abstande von dem untern Rande derselben, der gleich $\frac{1}{3} h$ ist. Der Winkel aber, den P mit der Wand macht, ist gleich $\varphi - \alpha$, daher ist der gegen die Wand normal geäusserte Druck, oder

$$H = \frac{Q \, Sin(\varphi - \alpha) \, Sin(\psi - \varphi)}{Sin \, \psi}$$

$$= \frac{1}{2} h^2 \, \gamma \frac{Cos \, (\alpha + \beta)}{Sin \, \psi} \cdot \frac{Sin(\varphi - \alpha)^2 \, . \, Sin(\psi - \varphi)}{Cos(\varphi + \beta)}$$

In diesem Ausdrucke ist der letzte Coefficient allein von dem noch unbekannten Winkel φ abhängig, und man wird das Maximum des Werthes für H finden, wenn man

$$d\left(\frac{Sin(\varphi - \alpha)^2 \, . \, Sin(\psi - \varphi)}{Cos(\varphi + \beta)}\right) = 0$$

setzt. Die einfachste Form, in welcher sich dieser Ausdruck darstellt, ist

$$Sin(\alpha + \beta + \psi - \varphi) = Cos(\varphi - \alpha) \, . \, Sin(2\varphi + \beta - \psi)$$

Man kann hiernach den Werth von φ nicht direct berechnen, man muss vielmehr durch willkührliche Annahmen, und durch Probiren denselben auffinden. Ist auf solche Art die Neigung der Bruchebene ermittelt, so ergiebt sich der Werth von H, und derselbe trifft die Wand in dem Abstande $\frac{1}{3} h$ von dem untern Rande derselben.

Für den Fall, dass die Wand senkrecht steht, und die Hinterfüllungserde horizontal abgeglichen ist, hat man

$$\alpha = 0 \text{ und } \beta = 0$$

es lassen sich alsdann die Gleichungen sehr bedeutend vereinfachen. Man erhält nämlich

$$H = \frac{h^2 \, \gamma}{3 \, Sin \, \psi} \, . \, Sin \, \varphi \, tgt \, \varphi \, . \, Sin(\psi - \varphi)$$

und wenn man das Product der letzten drei Factoren, welche das

noch unbekannte φ enthalten, differenzirt und alsdann gleich Null setzt, so folgt

$$tgt\, \varphi^3 + 3\, tgt\, \varphi - 2\, tgt\, \psi = 0$$

woraus sich nach der Cardanischen Regel der Werth von $tgt\, \varphi$ unmittelbar berechnen lässt, nämlich:

$$tgt\, \varphi = \sqrt[3]{(Sec\, \psi + tgt\, \psi)} - \sqrt[3]{(Sec\, \psi - tgt\, \psi)}$$

Wenn man diesen Ausdruck, so wie auch den für H benutzt, so ist die Rechnung etwas mühsamer, als nach der ersten Methode, sie wird aber sehr einfach, sobald man die am Schlusse dieses Paragraphen mitgetheilte Tabelle nachschlägt, worin für jeden Reibungswinkel ψ unmittelbar die Neigung der Bruchebene oder φ und ausserdem der Werth von H angegeben ist.

Es kommt nunmehr darauf an, die Resultate der Rechnung mit denen der Beobachtung zu vergleichen. Alle hierher gehörigen Messungen erlauben indessen keine grosse Schärfe, wie sich dieses aus den folgenden Mittheilungen ergeben wird, und die Resultate sind augenscheinlich immer um so weniger genau, je mehr sie von fremdartigen Einwirkungen abhängig waren.

Ich mache mit der Beschreibung meiner eignen Beobachtungen den Anfang. Fig. 4 *a* und *b* zeigt in der Ansicht von vorn und von der Seite den Apparat, dessen ich mich bediente. Er unterscheidet sich von den sonst üblichen besonders dadurch, dass das Hinterfüllungsmaterial sich nicht in einem Kasten befindet, sondern es vielmehr auf einer Tafel frei aufgeschüttet ist. Bei dieser Anordnung verschwindet die Reibung gegen die Seitenwände ganz, welche sonst immer einen merklichen Einfluss auf das Resultat behält, ohne dass man ihren Werth bestimmt bezeichnen konnte. Die bewegliche Wand, welche durch den Seitendruck fortgedrängt wird, muss senkrecht aufgestellt sein und sie darf der ersten Bewegung keinen andern Widerstand entgegensetzen, als denjenigen, welchen man durch die Spannung des Fadens misst, ausserdem muss sie auch die nöthige Steifigkeit besitzen, um nicht etwa seitwärts oder unten ausgebogen zu werden. Sie bestand in einem leichten Bretchen *A B*, das an einer Latte *D A* befestigt war. Um der letzten die nöthige Steifigkeit zu geben, dienten die beiden rückwärts aufgeleimten hochkantigen Leisten *F* und *G*. Die erwähnte Latte war an einer metallenen Achse *C*

befestigt, die sich auf zwei Stahlspitzen mit sehr geringer Reibung drehte. Endlich trug die Latte oben noch einen horizontalen Arm, worauf das Gegengewicht *H* steckte. Das letzte wurde vor dem Beginne der Beobachtungen so weit verschoben, bis die pendelartig aufgehängte Wand eine lothrechte Stellung annahm. Nunmehr stellte man sie fest, indem die Schraube *K*, welche gerade dem Faden gegenüber angebracht war, sanft dagegen bewegt wurde. Der Boden *L M*, der die Schüttung aufnehmen sollte, und der an der Seite, wo er die Wand berührte, in eine scharfe Schneide auslief, wurde sodann dagegen geschoben, und theils nach einem Niveau, theils aber auch nach den Bezeichnungen an der Wand in seine gehörige Lage gebracht. Die Aufschüttung erfolgte möglichst leise, und zwar in der Art, dass das Material niemals tief herabfiel. Zur Darstellung des regelmässigen Haufens bediente ich mich zwar einer Chablone, doch durfte die Masse damit nicht förmlich abgestrichen werden, weil dieses eine zu feste und unregelmässige Ablagerung des Sandes veranlasste, die sich sogleich durch bedeutende Abweichungen im Resultate zu erkennen gab. Geringe Unebenheiten in der Oberfläche der Schüttung zeigten sich dagegen viel weniger nachtheilig.

Endlich wurde der Faden *A P* um die Rolle *N* geschlungen und die Wagschale *Q* angehängt. Die Rolle *N* lief wieder zwischen Stahlspitzen, woher die Reibung, die sie veranlasste, sich als ganz geringfügig herausstellte, und das Gewicht des Fadens, der in einem starken Seidenfaden bestand, konnte gleichfalls unbeachtet bleiben. Der Druck der Schüttung ergab sich nun, indem die hinreichend mit Gewichten beschwerte Schale nach und nach erleichtert wurde, während die Schraube *K* um einige Windungen zurückgedreht war. Eine sehr sanfte Verminderung des Gewichtes auf der Schale erfolgte, wenn ich ein Gefäss mit feinem trockenen Sande darauf stellte, und den Inhalt desselben langsam ausfliessen liess; doch konnten die Gewichte auch sehr sicher gewechselt werden, wenn dabei jedesmal die Wand entweder durch die Schraube *K* oder auch wohl durch die vorgehaltene Hand gestützt wurde. Die Beobachtung liess in sofern eine grosse Schärfe erwarten, als die Wand jedesmal plötzlich in Bewegung kam, und sie nicht unmerklich auszuweichen anfing, wie dieses bei der gewöhnlichen Einrichtung des Apparats geschieht.

Der trapezförmige Querschnitt der Schüttung ist Fig. 4. angedeutet, und es liess sich aus den Beobachtungen leicht der Druck einer Schüttung mit senkrechten Seitenwänden $\alpha \beta \gamma \delta$ finden, wenn man von dem Drucke, den die Schüttung $\varepsilon \alpha \beta \zeta$ ausübte, denjenigen der Schüttung $\vartheta \eta \lambda$ abzog. Ich versuchte dieses Verfahren abzuwenden, fand aber, dass die Beobachtung im letztern Falle besonders unsicher wurde, zog es daher vor, nur die erste Beobachtung mit der Rechnung zu vergleichen. Ich lege hierbei den Ausdruck

$$H = \frac{1}{2} h^2 b \gamma A$$

zum Grunde, wobei es noch unbestimmt sein mag, ob A den in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werth hat, oder es nach Prony gleich $tgt \frac{1}{2} \psi^2$ ist. Bei allen Beobachtungen, die ich anstellte, wählte ich ein Material, das augenscheinlich, von jeder Cohäsion frei war, dieselbe hat demnach gar keinen Einfluss auf die nachstehenden Resultate.

Setzt man den verticalen Abstand der Drehungsachse von der Basis der Schüttung, oder $CL = l$
den verticalen Abstand der Drehungsachse von dem Faden, oder $CA = \lambda$
die Höhe der Schüttung, oder $\eta L = h$
ihre obere Breite, oder $\alpha \beta = b$
ihre untere Breite, oder $\varepsilon \zeta = b + 2c$
folglich die Basis der Seitenböschung, oder $\varepsilon \gamma = c$
so ist das Moment von dem mittlern Theile der Schüttung, oder von $\alpha \beta \gamma \delta$ gleich

$$\frac{1}{2} h^2 b \gamma (l - \frac{1}{3} h) A$$

Wenn man aber die Böschungen in sehr schmale verticale Schichten zerlegt denkt, und für jede derselben das Moment des Druckes in Bezug auf die Drehungsachse sucht; so ist das Integrale davon, oder das Moment des Druckes von einer Böschung

$$= \frac{1}{6} h^2 c \gamma (l - \frac{1}{4} h) A$$

das Moment der ganzen Schüttung ergiebt sich sonach

$$\frac{1}{2} h^2 \gamma [b (l - \frac{1}{3} h) + \frac{2}{3} c (l - \frac{1}{4} h)] A$$

und dieses ist gleich dem Momente des angehängten Gewichtes P, also

$$= \lambda P$$

woraus sich der Werth für A berechnen lässt.

Die Abmessungen des Apparates, dessen ich mich bediente, waren in Zollen

$$l = 39{,}22$$
$$\lambda = 33{,}22$$
$$b + 2c = 17{,}6$$

folglich für	$a = 1$ ist $b = 14{,}4$	und $2c =$	3,2
	$= 2$	$= 11{,}2$	$= 6{,}4$
	$= 3$	$= 8{,}0$	$= 9{,}6$
	$= 4$	$= 4{,}8$	$= 12{,}8$
	$= 5$	$= 1{,}6$	$= 16{,}0$

Die Beobachtungen stellte ich theils mit dem feinen staubartigen Sande an, wie er bei Berlin gewöhnlich vorkommt, theils aber mit schwarzem Streusande, beides in vollkommen trockenem Zustande, und endlich auch mit Schrot. Die Beobachtungen mit dem Streusande sind am häufigsten wiederholt, und daher als die sichersten zu betrachten, ich will sie hier vollständig mittheilen. Dieser Sand besteht aus Körnchen von ziemlich gleicher Grösse, die durch einen schwachen Wellenschlag von andern Sandkörnern und allem Staube gereinigt sind: ihr Durchmesser hält im Maximum etwa $\frac{1}{4}$ Linie. Der Cubikzoll wiegt in trockenem Zustande bei einer möglichst lockern Aufschüttung 2,82 Loth: dieses ist also der Werth von γ.

Die Zahlen der folgenden Tabelle zeigen diejenige Belastung der Schale in Lothen an, wobei die Wand in Bewegung kam;

$h = 1$	$h = 2$	$h = 3$	$h = 4$	$h = 5$.
3,9	18,3	36,5	54,0	70,0
3,7	18,3	38,5	59,5	66,5
3,9	20,7	38,2	57,0	67,5
4,0	18,5	39,5	55,5	68,5
4,8	19,9	38,5	59,5	72,5
4,3	18,7	40,5	61,0	72,0
4,2	19,2	37,7	59,5	72,5
3,9	19,6	38,5	60,5	73,5
4,4	20,2	41,0	59,5	70,0
4,2	18,5	38,8	58,6	71,5
4,3			60,0	

als mittlere Werthe ergeben sich

für $h=1$	4,14 und $P=$	6,39
$h=2$	19,19	21,44
$h=3$	38,77	41,02
$h=4$	58,60	60,85
$h=5$	70,50	72,75

In dem Werthe von P ist das Gewicht der Wagschale
zugesetzt. Berechnet man hieraus nach der vorstehenden Fo
die Grösse von A, so folgt

für $h=1$	$A=0,2503$
$h=2$	$=0,2455$
$h=3$	$=0,2504$
$h=4$	$=0,2598$
$h=5$	$=0,2610$
im Mittel	$A=0,2534$.

Aus diesem Werthe von A ergiebt sich nach der mitgethe
Tabelle der Reibungswinkel gleich 63° 44′; nach der Pr
schen Formel dagegen gleich 53° 26′.

Es entsteht die Frage, auf welche Art man diesen Wi
unmittelbar messen kann, denn seine Grösse stellt sich sehr
schieden dar. Schüttet man nämlich diesen Sand in einen Ka
dem die eine Seitenwand fehlt, so dass sich hier die Bösc
darstellt, und man lässt vorsichtig längere Zeit hindurch k
Sandmassen darüber fliessen, so finden die einzelnen Körn
noch immer Unebenheiten, in welche sie gerade passen, und i
sie hier liegen bleiben, so wird die Böschung merklich st
und sie nimmt eine Neigung von 58, auch wohl von 57 Gr
gegen das Loth an, man kann sie auch noch steiler ma
wenn man eine Platte darauf legt, und fest andrückt, und als
den Kasten noch leise neigt. In diesem Falle ist die Ablage
der Körnchen aber keineswegs zufällig, wie sie es bei der
schüttung in den beschriebenen Versuchen war, sondern ma
künstlich eine recht dichte und geschlossene Oberfläche erz
Wenn man andrerseits den Kasten mit einer beweglichen V
versieht, und letztere nach der Füllung fortnimmt, so stürzt
neswegs die ganze Sandmasse, die sich über der Dossirung
findet, plötzlich und mit grosser Erschütterung heraus. D

geschieht nur mit demjenigen Prisma, welches den stärksten Druck übt: ihm folgen minder schnell andere Sandmassen, und zuletzt rieseln die Körnchen wieder leise herab, und lagern sich wieder sehr steil übereinander. Der untere Theil der Böschung, über den mehr Sand herüberfliesst, als über den obern, nimmt jedesmal eine steilere Neigung an, als der letzte. Der obere Theil, der am meisten noch die natürliche Ablagerung der Körnchen beibehält, zeigt schon eine Neigung von 60 Graden, oder eine noch grössere, besonders wenn die Aufschüttung eben so sanft, und ohne allen Druck der Erschütterung gemacht war, wie dieses bei den Versuchen über den Seitendruck wirklich geschah. Es ist indessen auch in diesem Falle die Oberfläche schon verändert worden: ich schüttete daher den Sand noch sehr vorsichtig in ein Gefäss, und bemühte mich, dasselbe möglichst gleichmässig bis zum Rande zu füllen, worauf ich es sehr leise abstrich, und dadurch eine horizontale Oberfläche der Schüttung darstellte, nunmehr neigte ich das Gefäss, auf einem passenden Gestelle, nach einer Seite und beobachtete die Oberfläche. Die Körnchen hatten sich offenbar ursprünglich in der Art übereinander gelagert, dass sie sich in der Richtung nach unten gehörig stützten, bei der veränderten Stellung des Gefässes trat indessen die Tendenz zu einer seitwärts gerichteten Bewegung ein, gegen welche keine vollständige Unterstützung stattfand: und so geschah es gewöhnlich, dass bei einer Neigung von 65 Graden gegen das Loth sich schon eine kleine stossweise Bewegung zeigte, die aber jedesmal spätestens bei 63 Graden eintrat. Diese erste sehr kleine Bewegung war es aber, die bei den Versuchen über den Seitendruck des Sandes schon die Wand fortstiess, und sie muss daher auch bei der Bestimmung der Reibung berücksichtigt werden.

Ich versuchte es demnächst, noch die Grösse der Reibung bei diesem Sande auf andere Art zu bestimmen, nämlich durch Messung des Zuges, der erforderlich ist, um eine gewisse Sandmasse über der andern fortzuschieben. Dieser Weg ist auch sonst schon versucht worden, doch hat er, so viel bekannt, zu keinem Resultate geführt, indem fremdartige Umstände dabei einen zu bedeutenden Einfluss behalten. Man füllte nämlich einen Kasten mit Sand, und legte auf selbigen einen eben so grossen, oder wenigstens eben so breiten Kasten, der jedoch weder oben

noch unten einen Boden hatte. Nachdem der letztere gleichfalls mit Sand angefüllt war, so versuchte man ihn fortzuziehen, oder man liess ihn von selbst herabgleiten, indem der untere Kasten seitwärts geneigt wurde. Es drückte indessen die Füllung des obern Kastens keineswegs mit ihrem ganzen Gewichte auf die des untern, vielmehr wurde sie zum Theil auch von den Wänden des obern getragen, und sonach maass man nicht die Reibung zwischen Sand und Sand, sondern grossentheils die zwischen Holz und Holz.

Ich änderte den Apparat in der Art ab, dass ich dem beweglichen Kasten nur eine sehr geringe Höhe gab, und ihn alsdann mit einem losen Boden bedeckte, auf dem Gewichte aufgestellt waren. Die letzteren übten in Verbindung mit der dünnen Sandschicht den Druck gegen die untere Sandfläche aus, und nur ein sehr kleiner Theil dieses Druckes konnte bei der geringen Höhe der obern Wände sich auf diese übertragen. Ferner berührte der obere Kasten den untern gar nicht, sondern ruhte vorn und hinten auf Walzen, wodurch jede merkliche fremdartige Reibung entfernt wurde. An dem beweglichen Kasten war ein Seidenfaden befestigt, der über eine Rolle lief, und die Wagschale trug: in die letztere floss feiner Sand hinein, der die Vermehrung des Zuges bewirkte. Der Wagen nahm jedesmal zuerst eine unmerkliche Bewegung an, deren Eintritt man nicht genau wahrnehmen konnte, und wodurch er etwa um $\frac{1}{4}$ Linie sich fortbewegte, alsdann aber zeigten sich einige plötzliche Stösse. Bei dem ersten derselben sperrte ich den Sandzufluss in die Schale ab und wog dieselbe nebst ihrem Inhalte.

Der bewegliche Kasten hatte eine Grundfläche von 9 Quadratzoll und eine Höhe von 2 Linien, doch wurde er nur $1\frac{1}{2}$ Linien hoch mit Sand angefüllt, und über dem Deckel abwechselnd mit 1, $1\frac{1}{2}$ und 2 Pfund beschwert.

Es ergab sich der Reibungs-Coefficient

bei der Belastung von	1	Pfund	gleich	0,470
- - - -	$1\frac{1}{2}$	-	-	0,442
- - - -	2	-	-	0,493

und zwar sind dieses jedesmal die Mittelwerthe aus je drei Beobachtungen. Der Reibungswinkel ergiebt sich hiernach gleich

64° 50′
66° 9′
und 63° 45′
im Mittel 64° 55′

was wieder mit dem aus der Grösse A hergeleiteten ersten Werthe von ψ bis auf einen Grad übereinstimmt.

Von den Beobachtungen, die mit dem feinen staubartigen weissen Sande angestellt wurden, der gleichfalls vollkommen trocken war, will ich nur die Endresultate anführen: die einzelnen Messungen zeigen unter sich etwas grössere Abweichungen, als die obigen, und dieses rührt daher, dass dieser Sand, sobald er auch nur in geringer Höhe aufgeschüttet wird, aller Vorsicht unerachtet, merklich zusammen sinkt, und alsdann eine grössere Dichtigkeit annimmt. Dieser Umstand beeinträchtigte allerdings die Schärfe der Beobachtungen, indem er eine verschiedenartige Ablagerung bedingt, nichts desto weniger treten dabei ganz ähnliche Verhältnisse ein, wie sie bei denjenigen Schüttungen vorkommen, an welchen man die steifste Dossirung misst, und sonach lässt sich in diesem Falle die Vergleichung des Reibungswinkels viel unmittelbarer anstellen, ohne dass man auf die ersten kleinen Bewegungen Rücksicht zu nehmen braucht, die hier in der That fast unmerklich sind.

Bei diesem Sande ergab sich γ gleich 1,87 Loth und der Reibungswinkel beim plötzlichen Entfernen der Wand, oder auch wenn man kleine Massen leise darüber fliessen liess, zwischen 54 und 59 Graden.

Aus 14 Beobachtungen folgte

für $h = 2$ $A = 0{,}177$
$= 3$ $= 0{,}191$
$= 4$ $= 0{,}187$

Die Beobachtungen wurden bei der Schüttung von 5 Zoll Höhe nicht angestellt, weil alsdann ein zu starkes Setzen des Sandes eintrat, was der Bestimmung des Werthes von γ nicht mehr entsprach, und für die Höhe von 1 Zoll fiel der Seitendruck zu unbedeutend aus, als dass er noch sicher hätte beobachtet werden können.

Der mittlere Werth von A ist sonach 0,185 und diesem entspricht der Reibungswinkel $\psi = 56^\circ\ 39'$, was mit der unmittel-

baren Beobachtung nahe genug übereinstimmt. Nach der Herleitung, die Prony wählt, würde aus der beobachteten Grösse von A der Reibungswinkel 46° 33′ folgen. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass ich mittelst des beschriebenen Apparats auch für diesen Sand den Reibungs-Coefficienten zu bestimmen versuchte. Anfangs trat auch hierbei die unmerkliche Bewegung ein, doch war der alsdann erfolgende Stoss viel kräftiger und schob den Wagen gemeinhin so weit vor, dass die Schale auf den Tisch aufstiess. Der mittlere Werth der Reibung war 0,632, woraus der Reibungswinkel sich gleich 57° 39′ ergiebt.

Endlich sind noch die mit dem Schrote angestellten Beobachtungen anzuführen. Die einzelnen Körner hatten nahe eine Linie im Durchmesser und der Cubikzoll wog 8,245 Loth. Bei der Bestimmung des Reibungswinkels traf ich wieder auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei dem grobkörnigen Streusande. Wenn ein Gefäss damit angefüllt und in horizontaler Lage abgestrichen war, so kamen einzelne Körnchen schon bei geringer Neigung in Bewegung: etwa bei 69 Graden gegen das Loth geneigt, rückte die ganze Masse etwas vor, aber noch bei 63 Graden hielt sich die Böschung, und erst wenn sie noch steiler wurde, trat die allgemeine Bewegung ein. Man konnte indessen, nachdem eine solche eingetreten war, die Neigung noch um mehrere Grade steiler machen, indem man einzelne Körnchen oben aufbrachte. Dieselben fingen an, herabzurollen, keines erreichte aber anfangs den Fuss der Böschung, indem sie alle auf ihrem Wege hier oder dort eine Lücke fanden, in welcher sie liegen blieben. Es ergiebt sich hieraus deutlich, dass die steilste Neigung, die man auf die letzte Art darstellt, keineswegs diejenige ist, welche der Reibung im Innern der Masse bei einer ganz zufälligen Ablagerung entspricht; vielmehr ist dieses diejenige Neigung, wobei sich die erste Bewegung zeigt. Der Versuch, die Reibung durch den Widerstand des beweglichen Kastens zu bestimmen, führte bei diesem Materiale zu keinem Resultate, denn die Bewegung trat sehr bald, doch unmerklich ein, und es zeigte sich, dass die einzelnen Kügelchen, die nur in wenig Schichten den obern Kasten füllten, eine rotirende Bewegung annahmen, und deshalb ihr Widerstand sehr klein war.

Bei der Messung des Seitendrucks beschränkte die geringe Neigung, welche den Seitenflächen der Schüttung gegeben werden konnte, sehr merklich ihre Höhe. Ich erhielt aus dreizehn einzelnen Beobachtungen

für $h = 1$ Zoll $A = 0{,}278$
$= 1{,}5$ - $= 0{,}298$
$= 2$ - $= 0{,}305$
$= 2{,}5$ - $= 0{,}301$.

Der mittlere Werth ist sonach $A = 0{,}295$, und hieraus ergiebt sich der Reibungswinkel gleich $67^0\ 14'$: nach Prony's Rechnung müsste derselbe $57^0\ 1'$ sein.

Durch die vorstehende Auseinandersetzung meiner Beobachtungen hoffe ich nicht nur die von mir gewählte Zerlegung der Kräfte bestätigt, sondern ausserdem auch darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass der Reibungswinkel keineswegs durch die steilste Böschung bestimmt wird, die man einem gewissen Hinterfüllungsmaterial irgend zu geben vermag.

Unter den sonst angestellten Beobachtungen über den Seitendruck der Erde sind zunächst die von Woltman zu erwähnen.*) Ein Kasten von 6 Fuss Länge 4 Fuss Breite und 4 Fuss Höhe war an einer seiner schmalen Seiten mit einer beweglichen Wand versehen, die sich um eine horizontale Achse drehen liess. Diese Drehungsachse konnte man aber ebensowohl in dem obern, wie in dem untern Rande der Wand anbringen. Von demjenigen Rande, welcher der Achse gegenüber stand, ging eine Schnur entweder über oder unter dem Kasten rückwärts über eine Rolle und trug am andern Ende eine Scheibe, worauf die Gewichte standen, durch deren allmählige Verminderung der Erddruck bestimmt wurde. Auf solche Art liess sich in den Beobachtungen einige Abwechslung hervorbringen, und man konnte auch ermitteln, ob der Mittelpunkt des Druckes wirklich auf den dritten Theil der Höhe von der Erdschüttung traf. Bezeichnet man nämlich mit k den beobachteten Zug, den die Schnur ausüben muss, wenn sie im obern Rande der Wand befestigt ist, während die Drehungsachse sich unten befindet, und durch k' den Zug, wenn die Schnur unten und die Achse oben liegt; ferner durch P den gesuchten Druck der Erde,

*) Beiträge zur hydraulischen Architectur. Band III. Seite 175.

durch h die ganze Höhe der Wand, und durch $h\,n$ die Höhe des Mittelpunktes des Druckes oder desjenigen Punktes, den P trifft, so hat man

$$k\,h = P\,h\,n$$

$$\text{und } k'\,h = P\,h\,(1 - n)$$

woraus sich ergiebt

$$P = k + k'$$

$$\text{und } n = \frac{k}{k + k'}$$

Die Beobachtungen zeigten wirklich, dass n jedesmal sehr nahe ein Drittel war: ich werde daher bei der Mittheilung der Beobachtungen die gefundenen Gewichte (k und k') gleich auf den Angriffspunkt reduciren, oder die Werthe von P angeben, welche mit der früher durch H bezeichneten Grösse übereinstimmen sollen.

Woltman hat ausserdem noch die Correctionen berechnet, die wegen der Reibung der Rolle und wegen des Gewichtes der Scheibe anzubringen sind. Für den Versuch Nro. IX habe ich dieses in derselben Art gethan. Der Kasten wurde nicht immer ganz angefüllt, zuweilen betrug die Höhe der Schüttung oder h nur 2 Fuss. Die Breite der Schüttung oder b war jederzeit 4 Fuss. Die steilsten Böschungen, welche das Hinterfüllungsmaterial annahm, oder den Winkel ψ hat Woltman theils früher*), theils bei der Beschreibung der Versuche angegeben, und ebenso auch γ oder das Gewicht von einem Cubikfusse eines jeden Materials. In der folgenden Zusammenstellung bezeichnet H den beobachteten Erddruck nach Anbringung der erwähnten Correction und der Reduction, H' den berechneten Erddruck nach der Pronyschen Formel, nämlich

$$H' = \frac{1}{2}\,h^2\,b\,\gamma\,.\,tgt\,\frac{1}{2}\psi^2$$

Im Wesentlichen stimmt hiermit der von Woltman hergeleitete Ausdruck überein. H'' ist endlich der Werth nach der von mir gegebenen Formel, oder

$$H'' = \frac{1}{2}h^2\,b\,\gamma\,.\,A$$

Alle Angaben beziehen sich auf Hamburger Maass und Gewicht.

---

*) Beiträge etc. Band III. Seite 167.

	h	γ	ψ	H	H'	H''
I. trockner Flugsand	4 Fuss	75,5 Pf.	58°	393,9	722,6	462,6
II. desgl.	2 „	— „	—	97,2	180,7	115,6
III. desgl.	4 „	— „	—	345,1	722,6	462,6
IV. desgl.	2 „	— „	—	91,8	180,7	115,6
V. feuchte Ackererde	4 „	62 „	45°	238,5	340,4	210,1
VI. desgl.	2 „	— „	—	52,5	85,1	52,5
VII. desgl.	4 „	— „	—	196,2	340,4	210,1
VIII. desgl.	2 „	— „	—	47,4	85,1	52,5
IX. a) Kiesel	4 „	79 „	54°	198,4	656,3	414,6
b) desgl.	2 „	— „	—	65,1	164,1	103,6
X. Rappssaat	4 „	34½ „	65°	227,4	444,8	293,3
XI. desgl.	4 „	— „	—	241,5	444,8	293,3
XII. Roggen	4 „	35,5 „	65°	205,2	461,1	304,0
XIII. desgl.	4 „	— „	—	182,4	461,1	304,0

Es ergiebt sich aus dieser Zusammenstellung, dass beide Berechnungsarten nicht die beobachteten Resultate darstellen, dass aber die erste jedesmal viel stärker abweicht, als die zweite: diese schliesst sich sogar an die Beobachtungen V bis VIII recht gut an. Man bemerkt aber sogleich, dass auf die Beobachtungen noch die Reibung zwischen dem Füllungsmaterial und den feststehenden Seitenwänden einen grossen Einfluss haben muss, der um so bedeutender wird, jemehr die Bruchebene gegen das Loth geneigt ist; aus diesem Grunde wird in den vier letzten Beobachtungen die bedeutendste Verminderung von H erfolgen und in den Beobachtungen V bis VIII die geringste. Auch Woltman ist auf diesen Umstand aufmerksam geworden, und er äussert, dass die bewegliche Wand wenigstens zehnmal so lang, als hoch hätte sein müssen, damit diese Reibung nicht einen so starken Einfluss auf das Resultat behielte.

Wenn man indessen den Coefficienten für die Reibung zwischen dem Hinterfüllungsmaterial und der Wandfläche kennt; so ist man im Stande, ihren Einfluss auf das Resultat zu berechnen. Nimmt man nämlich an, dass auch in diesem Falle der Bruch des am stärksten drückenden Prismas noch in einer Ebene erfolgt, so

wird diese eine andere und wahrscheinlich eine geringere Neigung gegen das Loth annehmen, als sie sonst haben würde. Es sei diese Neigung gleich λ, so kann man beide Grundflächen des Prismas, die oben gegen die festen Seitenwände drücken, so betrachten, als beständen sie aus einer grossen Anzahl sehr schmaler, senkrecht stehender Rechtecke; und der Druck, den jedes derselben auf die Wand ausübt, ist nach dem obigen Ausdrucke für H zu berechnen. Summirt man endlich diese Pressungen, so ergiebt sich der Druck gegen eine Wand gleich

$$\frac{1}{6} h^3 \gamma A \, tgt \, \lambda$$

Nennt man den Coefficienten der Reibung zwischen der Erde und der Wand ν, so findet man die Reibung, welche das abbrechende Prisma an seinen beiden Grundflächen erfährt

$$\frac{1}{3} \nu h^3 \gamma A \, . \, tgt \, \lambda.$$

Daraus lässt sich der ganze Druck, mit welchem das Prisma schräge herabzugleiten strebt, und aus diesem wieder der horizontale Druck gegen die Wand berechnen, nämlich

$$H = \left[\frac{1}{2} h^2 b \gamma \frac{Sin\,(\psi - \lambda)}{Sin\,\psi} - \frac{1}{3} \nu h^3 \gamma A \right] tgt\,\lambda \, . \, Sin\,\lambda$$

Die Höhe, in welcher dieser Druck ausgeübt wird, ist nach Woltman's Versuchen wieder sehr nahe dem dritten Theile von der Höhe der ganzen Erdschüttung gleich.

Um den Reibungs-Coefficienten ν zu bestimmen, stellte ich Prismen oder Cylinder von verschiedenem Material in einem Gefässe senkrecht auf und beschüttete sie bis zu einer bestimmten Höhe ringsum mit Sand: der Druck, den der letztere gegen sie ausübte, konnte nach dem Vorstehenden leicht berechnet werden, die Reibung aber liess sich unmittelbar beobachten, indem ich die Kraft maass, die erforderlich war, um die Körper herauszuziehen. Es ergab sich hieraus der jedesmalige Werth von ν, und zwar betrug derselbe bei glatten, jedoch nicht polirten Holzflächen ungefähr $\frac{2}{3}$. Er ist also sehr nahe übereinstimmend mit der Reibung zwischen Sand und Sand.*) Ich bemerke aber noch, dass, wenn

*) Die Zusammenstellung dieser Resultate habe ich in Poggendorff's Annalen Band 28, Seite 312 mitgetheilt.

man statt des trocknen Sandes eine feuchte Ackererde wählt, die Reibung sehr unbedeutend wird, woher die hiermit angestellten Beobachtungen gegen die frühere Rechnung keine starken Abweichungen zeigen.

Nachdem man den Werth für ν in die vorstehende Gleichung eingeführt hat; so wäre es eigentlich noch erforderlich, durch Differenziation in Beziehung auf λ diejenige Neigung der Bruchfläche zu ermitteln, welche dem grössten Horizontaldrucke entspricht. Man kommt dabei indessen auf eine Gleichung des vierten Grades, und es ist bequemer, ein indirectes Verfahren zu wählen, nämlich verschiedene Werthe von λ einzuführen und durch Probiren das grösste H zu bestimmen. Eine grosse Genauigkeit in der Rechnung ist hierbei nicht erforderlich: man gelangt daher jedesmal mit wenig Mühe zu dem gesuchten Resultate, und es ergiebt sich, dass λ um einige Grade kleiner ist, als dasjenige φ, welches die obige Tabelle für jedes ψ nachweist.

Berechnet man auf solche Art die vier ersten Beobachtungen, bei welchen trockner Sand angewendet wurde, so findet man

für I und III: $A = 357,7$

und für II und IV: $A = 101,9$

Diese Werthe schliessen sich mit Rücksicht auf die Abweichungen der beobachteten Resultate unter sich, ganz befriedigend an diese an. Dasselbe findet auch mit den Beobachtungen statt, die sich auf Rappssaat und Roggen beziehen, wenn man dabei $\nu = \frac{1}{4}$ setzt, was wahrscheinlich nahe richtig sein dürfte, worüber ich jedoch keine Messungen angestellt habe. Die Nummern V bis VIII zeigen schon nach der ersten Berechnung eine gute Uebereinstimmung, und sonach schliesst sich die Formel

$$H = \frac{1}{2} a^2 \gamma A$$

an die sämmtlichen Beobachtungen Woltman's an; es macht dabei nur die neunte Beobachtung eine Ausnahme, welche Woltman selbst schon ausgeschlossen und gar nicht berechnet hat. Die andere Zerlegung der Kräfte, die man ganz allgemein zu wählen pflegt, zeigt dagegen jedesmal sehr grosse Abweichungen und stellt den Druck immer zu gross dar, und zwar durchschnittlich nahe um 100 Prozent.

Uebereinstimmend mit den folgenden Rechnungen will ich endlich noch diese Beobachtungen in der Art benutzen, dass ich aus dem gemessenen Seitendrucke den Reibungswinkel herleite: doch nehme ich hierbei auf die Reibung gegen die Seitenwände gar nicht Rücksicht, indem dieselbe grösstentheils unbekannt ist, und selbst für den Sand musste ich voraussetzen, dass er mit dem von mir benutzten übereinstimmte. Es ergiebt sich durchschnittlich

für trocknen Flugsand ψ gleich 53° 20′
- feuchte Ackererde . . . 44° 41′
- Kiesel . . . . 41° 56′
- Rappssaat . . . . 59° 53′
- Roggen. . . . . 54° 52′

Demnächst sind die Beobachtungen zu erwähnen, welche in dem Jahre 1827 durch das Ingenieur-Corps in Wien angestellt wurden *): der Apparat bestand in einem Kasten, dessen eine schmale Seite beweglich war, und in ihrem untern Rande die Drehungsachse hatte. Die Breite des Kastens war im Vergleich zur Höhe sehr geringe, sie betrug nämlich nur 3 Fuss, während die Höhe 6 Fuss maass: die Länge des Kastens war gleich 9 Fuss. Die bewegliche Wand wurde in dem dritten Theile ihrer Höhe, also an der Stelle, wo der Erddruck vereinigt gedacht werden muss, gegen einen Schlitten abgestreift, der auf einer hölzernen Bahn hin und her bewegt werden konnte, und dieser bildete durch die Reibung, die er erfuhr, das Gegengewicht, das die Wand unterstützte. Indem die Reibung aber von der Belastung des Schlittens abhing, und man jede Erschütterung vermeiden wollte, die bei dem Abheben und Verwechseln der Gewichtsstücke leicht eingetreten wäre, so war die Anordnung getroffen, dass das Gewicht zum Theil aus einem Kasten von 3½ Cubikfuss Inhalt bestand, der mit Schrot gefüllt wurde. Durch eine Röhre aus dem Boden desselben erfolgte ein langsamer Abfluss des Schrotes, wodurch die sanfte Verminderung der Last und sonach auch die der Reibung eingeführt wurde, bis die Wand den Schlitten zurückstiess. In ähnlicher Art hatte Mayniel schon früher bei einer genau übereinstimmenden Einrichtung des ganzen Apparates zu gleichem

*) Versuche über den Seitendruck der Erde u. s. w. von C. M. de Köszegh. Wien 1828.

Zwecke statt des Schrotes das Wasser benutzt. Bei den in Rede stehenden Beobachtungen wurde nun, sobald die Bewegung eintrat, durch einen Schieber die Röhre geschlossen, und man verband den Schlitten, nachdem er zuvor von der Wand getrennt war, mit einer Wagschale, die nach und nach beschwert wurde, bis sie endlich den Schlitten aufs Neue fortschob. Auf solche Art durfte man nicht den Druck der Erde aus dem sehr veränderlichen Reibungs-Coefficienten herleiten, sondern man maass diese Reibung jedesmal auf directem Wege. Nichts desto weniger ist es immer sehr zweifelhaft, ob die Reibung in dem einen und dem andern Falle sich gleich blieb, denn besonders bei hölzernen Bahnen pflegt die Reibung auf unbedeutende Entfernungen oft sehr stark sich zu verändern, ohne dass man die Ursache davon bemerken kann.

Die angestellten Beobachtungen beziehen sich zuerst auf lockere Dammerde, und zwar war dieselbe

1) in einem natürlich feuchten Zustande,
2) trocken wie Staub und
3) mit Wasser gesättigt; es waren nämlich in 1 Cubikfuss Erde 23,7 Pfd. Wasser enthalten.

Alsdann wurde dieselbe Dammerde nicht mehr locker angewendet, sondern in dünnen Lagen festgestampft; hierbei zeigte sie jedoch weder in trockenem, noch in feuchtem Zustande einen Druck, und dieses selbst alsdann nicht, wenn man sie 18 Fuss hoch gegen eine Mauer lehnte; man konnte nämlich, nachdem die Hinterfüllung gemacht war, die Mauer abtragen, ohne dass die Erde gleich nachgefallen wäre.

Ferner wurde der Sand untersucht und zwar

4) in einem natürlich feuchten Zustande,
5) mit Wasser gesättigt, wobei der Cubikfuss 16 Pfd. Wasser aufgenommen hatte und
6) vollkommen trocken.

Die nächsten Beobachtungen beziehen sich auf geschlemmten Lehm, der wieder

7) vollkommen trocken,
8) etwas angefeuchtet und
9) mit Wasser gesättigt war, wobei der Cubikfuss 27 Pfund Wasser verschluckt hatte.

Endlich wurde auch

10) grober Kies (Schotter) von der Grösse einer Haselnuss bis zu einem Taubenei angewendet.

Ausserdem kommen noch einige Beobachtungen vor, die sich auf den Fall beziehen, dass die Hinterfüllungserde nicht horizontal abgeglichen ist, sondern sich mit einiger Böschung gegen die Wand lehnt; auch sind zuweilen besondere Gewichte auf den Erdkörper gestellt, um den Einfluss partieller Belastungen zu ermitteln. Ich übergehe diese sämmtlich, indem ich mich nur auf die einfachste Form der Erscheinung beschränke. Endlich enthält die Beobachtungsreihe einen im Grossen ausgeführten Versuch über den Umsturz einer Futtermauer, der jedoch wenig beweist, indem die Bewegung ganz allmählig eintrat und man während der Bewegung der Mauer die Hinterfüllung erhöhte, bis sie endlich umstürzte.

Die vorstehend benannten zehn Beobachtungsreihen sind in der folgenden Zusammenstellung mit der Formel

$$H = \frac{1}{2} h^2 b \gamma . A$$

verglichen, und zwar habe ich die Werthe für γ und den Reibungswinkel ψ aus den Angaben von Köszegh unverändert eingeführt. So oft aber verschiedene Angaben gemacht sind, die denselben Fall betreffen, habe ich das arithmetische Mittel daraus genommen.

Schwieriger war es, den beobachteten Druck auf die Wand zu bestimmen, indem hierbei eine Correction wegen der Reibung der Rolle vorkommt, die in einigen Fällen bei der Angabe des Gewichtes, wodurch der Schlitten fortgerückt wurde, schon vom Verfasser eingeführt wird, grossentheils aber unerwähnt bleibt. Aus den Berechnungen, welche auf die Beschreibung der Versuche folgen, ergiebt es sich, dass die Correction wirklich früher noch nicht vorgenommen ist, und ich habe daher jedesmal, wo es beim Versuche nicht ausdrücklich erwähnt wird, die Reibung noch in Betracht gezogen, indem ich den zehnten Theil des auf der Wagschale ruhenden Gewichtes davon in Abzug brachte. Auf Seite 173 des angeführten Werkes wird freilich ein etwas abweichender Werth für die Reibung angegeben, da jedoch derselbe nicht klar, auch der Coefficient $\frac{1}{3}$ ganz willkührlich gewählt und jedenfalls sehr

unsicher ist, so wird sich diese Vereinfachung rechtfertigen. Aus den auf solche Art corrigirten Werthen des Druckes ist jedesmal wieder das Mittel genommen, welches die nachfolgende Tabelle in der letzten Columne enthält.

Nummer der		γ	ψ	Grösse des Druckes nach der	
Beobachtungsreihe.	Beobachtungen.	Pfunde.	Grade.	Rechnung.	Beobachtung.
No. 1	No. 2	77	47¼	494	286
No. 2	No. 3 bis 9 und No. 11 bis 16	80	51	778	656
No. 3	No. 24	104	55⅓	988	1693
No. 4	No. 27, 35 u. 36	94	50	692	1013
No. 5	No. 37	110	48¼	742	940
No. 6	No. 38 bis 41	99	53	833	1287
No. 7	No. 29 u. 30	85	50⅓	633	691
No. 8	No. 31 bis 33	78	50¼	576	680
No. 9	No. 34	112	51⅓	877	568
No. 10	No. 45 bis 48	95	49¼	679	979

Die Rechnung führt also zu Resultaten, welche von den beobachteten sehr merklich abweichen, und zwar fallen sie gewöhnlich zu klein aus, während man wegen der nicht in Betracht gezogenen Reibung der Erde gegen die Seitenwände des Kastens grade das Gegentheil vermuthen sollte. Die von Köszegh angestellten Rechnungen stimmen dagegen wunderbar genau mit den Beobachtungen überein, doch sind sehr viele Beobachtungen hierbei ausgelassen, ohne dass man erfährt, weshalb dieses geschehen ist. Es fehlen nämlich

in der Reihe Nr. 1 die Beobachtung Nr. 2
- - - - 2 - - - 3, 13 u. 16
- - - - 3 - - - 24
- - - - 4 - - - 27, 35 u. 36
- - - - 5 - - - 37
- - - - 7 - - - 29 u. 30
- - - - 8 - - - 31 bis 33
- - - - 10 - - - 45 bis 48.

Der Verfasser hat also von den 10 Beobachtungsreihen nur zwei vollständig berechnet, dagegen sieben ganz unbeachtet gelassen und in einer drei einzelne Beobachtungen ausgeschlossen. Diese Rechnung ist übrigens nach der Pronyschen Formel, jedoch mit der von Français *) eingeführten Abänderung gemacht worden, dass man den Werth der Cohäsion nicht aus der senkrechten Höhe bestimmt, in welcher die Erde sich noch ohne Unterstützung trägt, sondern vielmehr aus der Höhe einer sehr steilen Dossirung. Wenn man nämlich die zu untersuchende Erde noch steiler, als unter dem Reibungswinkel abstechen lässt, so ist die Abwesenheit des Seitendruckes in diesem Falle nur durch die Cohäsion zu erklären, und der Werth der letztern ergiebt sich in ähnlicher Art, wie früher, wenn man beobachtet, welches die steilste Neigung ist, in der sich ein Erdkörper von einer bestimmten Höhe noch ohne Unterstützung erhält. In den erwähnten Beobachtungen wurde nun die horizontale Projection der Breite von dem bei jedem Versuche abbrechenden und herabfallenden Erdprisma gemessen, welche durch die constante Höhe des Kastens dividirt, die Tangente des gesuchten Neigungswinkels darstellt. Dabei trat aber der Uebelstand ein, dass diese Breite sich oft sehr schnell vergrösserte, und es zweifelhaft sein musste, welchen Werth man für sie wählen sollte. Bei Untersuchung der Rechnungen in dem angeführten Werke bleibt man auch zweifelhaft, nach welchen Regeln hierbei verfahren sein mag, denn nicht immer ist das schmalste und zuerst abfallende Prisma gewählt worden. Der Reibungswinkel oder ψ ist endlich dadurch bestimmt, dass man in einen Kasten von 3 Fuss Höhe, dem die eine Seite fehlte, die zu untersuchende Erde hineinwarf und alsdann zusah, welchen Winkel die Böschung gegen das Loth bildete. Diese Messung ist, wie bereits erwähnt, sehr schwierig, und man darf keineswegs durch sehr behutsames Aufschütten sie möglichst steil zu machen suchen. Endlich muss ich noch darauf aufmerksam machen, wie die grosse Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und Beobachtung hier keinen Beweis für die Richtigkeit der erstern liefert: betrachtet man z. B. die vier Beobachtungen No. 8, 9, 11 und 12, die Seite 176 des genannten

*) Die Uebersetzung dieses Aufsatzes aus dem *Mémorial de l'officier du Génie* wird in dem Werke von Köszegh vollständig mitgetheilt.

Werkes zusammengestellt sind, so ergiebt sich aus der Abweichung der einzelnen Resultate von dem mittleren Werthe der wahrscheinliche Beobachtungsfehler gleich 68½ Pfunde, und der wahrscheinliche Fehler des arithmetischen Mittels aus den vier Werthen beträgt daher 34¼ Pfunde. Wenn nun aber das berechnete Moment bis auf 12, oder der berechnete Druck bis auf 6 Pfunde hiermit übereinstimmt, so zeigt sich darin freilich ein seltenes Zusammentreffen; man darf daraus aber nicht schliessen, dass die zum Grunde gelegte Theorie sich dadurch in solchem Maasse wirklich bestätigt: denn das Resultat der Beobachtung ist wahrscheinlich mit einem viel grössern Fehler behaftet. Dieses Zusammentreffen ist, wenn es zufällig war, eben so auffallend, als wenn Jemand, nur durch den Zufall geleitet, uns unter eilf Charten grade diejenige zeigt, die wir meinen, und wenn solche Glücksfälle sich fortwährend wiederholen, was bei den in Rede stehenden Berechnungen wirklich geschieht, so muss man aus der Erscheinung auf ihre Ursache schliessen, und man sucht letztere nicht mehr im Zufalle, sondern in einer absichtlichen Einwirkung.

Die Beobachtungen über den Druck der Erde, über den Reibungswinkel und alle sonstigen Umstände, die hierbei in Betracht kommen, sind an sich sehr unsicher und lassen sich leicht beliebig modificiren; man findet also unter den verschiedenen Resultaten, zu welchen man gelangt, gewiss jedesmal auch solche, die eine beliebige Theorie zu bestätigen scheinen. Die Uebereinstimmung mit dieser Theorie verliert daher ihre ganze Beweiskraft, sobald der Verdacht angeregt ist, dass man eben in solcher Absicht eine besondere Auswahl unter den Beobachtungen getroffen und besondere Gruppirungen darin gemacht hat.

Endlich will ich es noch versuchen, aus diesen Beobachtungen rückwärts auf die Reibung der verschiedenen, hier benutzten Erdarten zu schliessen. Der Einfluss der Cohäsion wird sich freilich dabei auch noch zu erkennen geben, jedenfalls wird er aber durch Zufälligkeiten in höherem Maasse bedingt, als die Reibung, und wenn man in jeder Reihe von Beobachtungen diejenige aussucht, wo der Druck der Erde am grössten gefunden wurde, so kann man überzeugt sein, dass man auch diejenige gewählt hat, wobei die Cohäsion am unbedeutendsten einwirkte. Ich habe die Beobachtungen demnach in der Art untersucht, als ob gar keine

Cohäsion statt fände, und durch Einführung der Werthe des beobachteten stärksten Erddruckes und des Gewichtes der Erde, die Grösse des Factors A bestimmt, woraus sich nach der obigen Tabelle der Reibungswinkel ψ oder die Neigung der steilsten Böschung gegen das Loth finden lässt. Die folgende Zusammenstellung enthält diese Resultate, und es ist dabei jedesmal die Nummer derjenigen Beobachtung bemerkt, welche den grössten Druck ergeben hatte und welche daher benutzt werden musste.

trockne Dammerde	No. 12	. . .	$\psi = 62^0$
feuchte -	- 2	. . . .	- $= 41^0$
sehr nasse -	- 24	. . . .	- $= 73^0$
trockner Sand	- 38	. . . .	- $= 69^0$
feuchter -	- 28	. . . .	- $= 65^0$
sehr nasser -	- 37	. . . .	- $= 58^0$
trockner Lehm	- 29	. . . .	- $= 59^0$
feuchter -	- 32	. . . .	- $= 59^0$
sehr nasser -	- 34	. . . .	- $= 47^0$
Kies.	- 47	. . . .	- $= 63^0$

Ferner sind die Beobachtungen zu erwähnen, welche Mayniel in den Jahren 1806 und 1807 angestellt hat.*) Der dabei benutzte Apparat stimmt sehr genau mit demjenigen überein, der später in Wien benutzt wurde und der bereits beschrieben ist: beide unterschieden sich nur insofern von einander, als hier der Kasten 1½ Meter hoch, eben so breit und 3 Meter lang war. Die bewegliche Wand befand sich wieder an der schmalen Seite, und der beobachtete Druck erfolgte auf einer Fläche von 2¼ Quadrat-Meter oder 22¾ Preuss. Fuss. Die Verminderung der Belastung des Schlittens geschah dabei, wie bereits bemerkt worden, indem man aus einem darauf stehenden Reservoir Wasser ausfliessen liess. Gewöhnlich war eine solche Einrichtung getroffen, dass die Erdschüttung noch über den Kasten pyramidenförmig erhoben war, und nur in neun Beobachtungen hatte man die Erde in der Höhe der Wände abgeglichen. Ich werde diese letztere hier allein berücksichtigen: die Beobachtung No. 1 ist mit feuchtem Sande

*) *Traité expérimental, analytique et pratique de la poussée des terres, par Mayniel. Paris* 1808.

angestellt, No. 2, 6, 9, 11 und 19 mit einer gut durchgearbeiteten und gesiebten vegetabilischen Erde, die gleichfalls etwas feucht war und lose eingeworfen wurde, endlich No. 13, 16 und 18 mit derselben Erde, wenn sie in dem Kasten lagenweise festgestampft war.

Eine unmittelbare Vergleichung der beobachteten Resultate mit der obigen Formel war nicht möglich, indem Mayniel den Reibungswinkel gar nicht gemessen hat, der nach seiner Ansicht die Reibung auch nicht allgemein bezeichnen soll. Ich begnüge mich daher auch hier in derselben Art, wie bei den Wiener Beobachtungen so eben geschehen ist, aus dem grössten gemessnen Drucke von jeder Erdart, und ihrem specifischen Gewichte den Werth von A und sonach den Reibungswinkel unter der Voraussetzung zu berechnen, dass keine Cohäsion stattfindet.

Es ergiebt sich

für den feuchten gelben Sand (Beob. No. 1) . . $\psi = 63^0$

- feuchte vegetabilische Erde, locker eingeworfen (No. 11) . . . . $\psi = 62\frac{1}{2}^0$

- dieselbe Erde gestampft (No. 16) . . . . . $\psi = 24^0$

- desgl., nachdem sie 18 Stunden vorher gestampft war (No. 18) . . . . $\psi = 16^0$

Die von Mayniel aufgestellte Theorie über den Erddruck übergehe ich, da dieselbe ganz unpassend erscheint und bereits in deutschen und französischen Werken widerlegt ist.

Die bisher angestellten Beobachtungen über den Seitendruck der Erde, welche ich im Vorstehenden, soweit sie mir bekannt geworden sind, möglichst vollständig mitgetheilt habe, bestätigen in allen Fällen, wo eine Vergleichung möglich war, weit mehr die von mir vorgeschlagene Berechnungsart, als die sonst übliche, und sie weichen von derselben in der That so wenig ab, dass die Uebereinstimmung der Schärfe der Beobachtung entspricht.

Für die Reibungswinkel dürften nach diesen Beobachtungen die folgenden Werthe zu wählen sein:

bei Dammerde oder Lehm im trocknen Zustande ist $\psi = 60^0$

- desgl. feucht . . . . $= 45^0$

- desgl. ganz mit Wasser durchzogen . . . . $= 73^0$

- desgl. festgestampft . . . . $= 24^0 - 16^0$

bei feinem und trocknem Staubsande . . .		$\psi = 63^0$
- reinem Sande, Grand und feinem Kiese . .		$= 64^0$
- desgl. in feuchtem Zustande		$= 58^0$
- unregelmässigen Kieselsteinen		$= 45^0$
- abgerundetem Kiesel, wie bei Schrot . . .		$= 67^0$
- Getreide und andern Saamen nach der Glätte der Körner		$= 60^0 - 55^0$

Wenn die Erdmasse, welche den Druck ausübt, zwischen zwei Wänden liegt, deren Abstand so geringe ist, dass das Prisma des stärksten Druckes sich in seiner ganzen Ausdehnung nicht darstellen kann; so sollte man vermuthen, dass der Seitendruck gegen jede Wand geringer, als früher ausfallen müsste. Die Versuche, welche ich hierüber angestellt habe, gaben indessen keine entsprechende Verminderung des Druckes zu erkennen, und selbst in dem Falle geschah dieses nicht, wenn die Wände sehr nahe neben einander standen. Die Ursache dieser auffallenden Erscheinung ist darin zu suchen, dass z. B. in Fig. 5 keineswegs nur das vierseitige Prisma *A B C D* um eine Quantität, welche der Bewegung der Wand *A B* entspricht, herabsinkt, sondern es treten gleichzeitig noch andere Bewegungen ein, die sehr genau der Bewegung des vollständig ausgebildeten dreiseitigen Prisma's gleichkommen. Beim Herabgleiten von *A B C D* bildet sich nämlich längs der hintern Wand zwischen *D* und *C* ein freier Raum, der sogleich Veranlassung giebt, dass wieder das dreiseitige Prisma *F D C* rückwärts gleitet. Letzteres macht also eine doppelte Bewegung, indem es einmal mit der darunter befindlichen Masse links abwärts gegen die Wand *A B* und demnächst wieder rechts abwärts gegen die Wand *C D* vorrückt. Beide Seitenbewegungen heben einander auf, aber senkrecht abwärts fällt es doppelt so tief, als das Prisma *A B C F*, daher drückt es auch vor dem Eintritte der Bewegung auf die Wand doppelt so stark, als wenn es ein Theil des Prisma's *A B C* in Fig. 1 wäre.

Rücken die Wände *A B* und *D E* noch näher zusammen, so kann es geschehen, dass einzelne Theile der dazwischen liegenden Erdmasse auch den dreifachen, vierfachen oder einen noch stärkeren Druck ausüben. Der Gesammtdruck vermindert sich hiernach nicht wesentlich, wenn auch die ganze Erdmasse viel kleiner wird. Bei eintretender Bewegung der Wand sinken die einzelnen Prismen

ier um so tiefer herab, und hierbei, sowie in allen ähnlichen ällen, ist der Druck allein von der Senkung der Schwerpunkte bhängig.

Nichts desto weniger ergeben die Messungen bei einer solchen usammenstellung des Apparates doch eine geringe Verminderung es Druckes gegen die Wand zu erkennen *), und selbige erklärt ich dadurch, dass jedes folgende Prisma längs einer senkrechten Vand herabsinkt und daher an derselben eine gewisse Reibung intritt, die einigermaassen die Bewegung hemmt und sonach den Druck vermindert. Wenn ich in der Rechnung hierauf Rücksicht ahm, so stellten die Resultate der Messung sich ganz be-riedigend dar.

Ich habe dieses Falles hier erwähnt, damit man nicht etwa nnehmen möge, der Druck der Hinterfüllungserde vermindere sich esentlich, wenn dieselbe zwischen zwei nahe neben einander egenden Futtermauern, wie etwa zwischen den Flügelmauern iner Brücke eingeschlossen ist.

Schliesslich füge ich zur Erleichterung der Rechnung nach er vorgeschlagenen Methode noch eine Tabelle bei, aus welcher an für jeden gegebenen Reibungswinkel des Hinterfüllungs-laterials, der mit ψ bezeichnet ist und gegen die Richtung des othes gemessen wird, unmittelbar die Neigung der Bruchebene egen das Loth oder φ und zugleich die Grösse A entnehmen ann. Dabei sind die oben hergeleiteten Ausdrücke

$$tgt\,\varphi = \sqrt[3]{(Sec\,\psi + tgt\,\psi)} - \sqrt[3]{(Sec\,\psi - tgt\,\psi)}$$

$$\text{und} \quad A = \frac{Sin\,\varphi \,.\, tgt\,\varphi \,.\, Sin\,(\psi - \varphi)}{Sin\,\psi}$$

um Grunde gelegt, und man findet den gesuchten Seitendruck der H nach der Formel

$$H = \frac{1}{2} h^2\, b\, \gamma \,.\, A$$

*) Die nähere Beschreibung dieser Versuche habe ich in Poggen-lorff's Annalen Band 28 mitgetheilt.

ψ	φ	A	ψ	φ	A
40°	27° 12,'4	0,08097	65°	46° 18,'8	0,26763
41	27 55, 1	08559	66	47 10, 0	27952
42	28 38, 0	09039	67	48 1, 9	29192
43	29 21, 1	09537	68	48 54, 6	30486
44	30 4, 4	10054	69	49 48, 1	31838
45°	30° 47,'9	0,10589	70°	50° 42,'5	0,33253
46	31 31, 6	11145	71	51 38, 0	34735
47	32 15, 5	11721	72	52 34, 7	36289
48	32 59, 6	12319	73	53 32, 6	37921
49	33 43, 9	12938	74	54 31, 8	39635
50°	34° 28,'5	0,13580	75°	55° 32,'4	0,41440
51	35 13, 4	14247	76	56 34, 7	43344
52	35 58, 6	14938	77	57 38, 8	45355
53	36 44, 1	15655	78	58 44, 8	47486
54	37 29, 9	16398	79	59 52, 9	49748
55°	38° 16,'0	0,17171	80°	61° 3,'7	0,52161
56	39 2, 4	17972	81	62 17, 8	54740
57	39 49, 1	18804	82	63 35, 8	57516
58	40 36, 2	19669	83	64 58, 8	60510
59	41 23, 7	20567	84	66 28, 0	63771
60°	42° 11,'6	0,21500	85°	68° 5,'2	0,67352
61	42 59, 9	22472	86	69 53, 9	71339
62	43 48, 7	23480	87	71 57, 5	75862
63	44 38, 2	24529	88	74 28, 1	81165
64	45 28, 2	25622	89	77 51, 7	87824
			90°	90° 0,'0	1,00000

§. 50.

Festigkeit der Mauern.

Wenn eine Mauer in allen Theilen dieselbe Festigkeit besässe, so dass nicht nur die Bausteine, sondern auch der Mörtel, der sich mit diesen innig verbunden hat, einen ganz gleichen Widerstand jedem Bruche und jeder Trennung entgegensetzen, so würd eine solche Masse unter einem starken Drucke in ähnlicher Weise wie eine Erdschüttung brechen; der Unterschied zwischen beider Fällen würde vorzugsweise auf der stärkern Cohäsion der Maue

beruhen. Es müsste sonach auch in der Mauer die Bruchfläche sich wieder in derjenigen Höhe und unter derjenigen Neigung gegen den Horizont bilden, wobei mit Rücksicht auf Reibung und Cohäsion der schräge abwärts gerichtete Druck des abgebrochenen Prisma's ein Maximum wird. Die Erfahrung bestätiget dieses auch soweit, als die Sicherheit der Beobachtungen hierüber ein Urtheil gestattet, und zwar ebensowohl bei den Versuchen, die im Kleinen über das Zerdrücken der Steine angestellt sind, wie auch bei dem Erscheinen von Rissen in grösseren Mauermassen. In beiden Fällen bilden sich die schräge gegen den Druck gerichteten Bruchflächen, und übereinstimmend mit dem Verhalten der Erde und des Sandes schiebt sich das abgebrochne Steinprisma über die schräge Oberfläche des noch stehenden Theiles fort.

Das Mauerwerk besteht indessen, einige sehr seltene Fälle ausgenommen, nicht aus einem einzelnen Steine, sondern es ist fast immer aus einer grossen Menge von Bausteinen zusammengesetzt, die neben und übereinander gelegt und durch Mörtel verbunden sind. Die Festigkeit des Mörtels ist aber gewöhnlich viel geringer, als die der Steine, und noch weniger ist derselbe mit diesen innig verbunden. So geschieht es, dass bei zunehmendem Drucke die Bruchfläche, welche sich endlich bildet, nicht überall neu entstehen darf, sondern schon eine Menge von Fugen antrifft, die in ihrer Richtung liegen, und welche sonach ihre Darstellung sehr erleichtern. Eine Fuge, die normal gegen den Druck gerichtet ist, kommt aber der Bildung der Bruchfläche nur insofern zu Hülfe, als die Kanten der Steine wegen der unvermeidlichen Ungleichmässigkeit in der Unterstützung leichter abbrechen, daher sind diese Fugen am wenigsten schädlich. In weit höherem Grade sind es diejenigen, welche parallel zur Richtung des Druckes liegen. Den letzteren folgt wenigstens theilweise die Bruchfläche jedesmal, und wenn in der erwähnten Richtung Fuge auf Fuge trifft, so spaltet die Mauer. Solche Spalten sind für die Festigkeit der Mauer sehr nachtheilig, und zwar in dreifacher Beziehung: erstens wird die rückwirkende Festigkeit, wenn man auch nur eine sehr geringe Elasticität annimmt, in hohem Grade dadurch vermindert, dass sie der dritten Potenz von der Breite des Prisma's proportional ist. Spaltet

sonach eine Mauer in ihrer Mitte und zwar nach der Längenrichtung und vertical, so ist die rückwirkende Festigkeit von jeder Hälfte nur dem achten Theile der früheren gleich, oder sie ist im Ganzen auf den vierten Theil reducirt. Zweitens ist die Stabilität dem Quadrate der Breite proportional, dieselbe vermindert sich also im Ganzen auf die Hälfte. Endlich drittens giebt diese Längenspalte Veranlassung, dass die Bruchfläche sich mit Leichtigkeit durch die schwächsten Stellen, die zufällig auf der einen und der andern Seite liegen, hindurch ziehen kann, und sonach zu ihrer vollständigen Bildung nur eine geringe äussere Kraft erfordert. Der letzte Grund dürfte in den meisten Fällen wohl der wichtigste sein, und eine Spaltung der Mauer auch nur für geringe Höhen schon sehr nachtheilig erscheinen lassen. Es war bisher nur von den Fugen die Rede, die normal gegen den Druck, oder parallel zu demselben gerichtet sind, sie können indessen auch schräge angelegt werden, und sind alsdann besonders schädlich und zwar um so mehr, je näher sie mit der Neigung derjenigen Bruchfläche zusammenfallen, welche mit Rücksicht auf die Reibung dem Herabgleiten des abgebrochenen Theiles am günstigsten ist.

Bei dem Mauerwerke wird im Allgemeinen nur die rückwirkende Festigkeit, oder diejenige, welche dem Zerdrücken widersteht, in Anspruch genommen; die respective Festigkeit, welche das Abbrechen verhindert, kommt nur selten in Betracht, wie z. B. bei ungleichmässig belastesten Fundirungen *). In diesen Fällen muss man aber auf die Festigkeit gegen das Zerreissen, oder die absolute Festigkeit zurückgehen, welche an sich wohl selten beim Mauerwerke berücksichtigt werden darf. Das Abbrechen einzelner Mauermassen, wie z. B. des Widerlagers eines Gewölbes, pflegt man gewöhnlich dadurch zu verhindern, dass man jedem Theile, der sich lösen könnte, schon durch seine eigene Masse oder durch besondere Belastung die nöthige Stabilität giebt, um dem Seitendrucke zu widerstehen. Für die einzelnen Bausteine muss man aber in der vollen Mauermasse die respective Festigkeit nie in Anspruch nehmen, und dafür sorgen, dass jeder Stein möglichst gleichmässig unterstützt wird, und er

*) Vergleiche Theil I. S. 788.

bei dem eintretenden Setzen der Mauer auch gleichmässig unterstützt bleibt. Die Gefahr eines Bruches wird in dieser Beziehung um so grösser, je länger und breiter die Steine im Verhältniss zu ihrer Höhe sind.

Aus den vorstehenden Bemerkungen lassen sich unmittelbar die Hauptregeln für die Ausführung des vollen Mauerwerks herleiten. Um die Arbeit in einer gewissen Ordnung vorzunehmen, und um zugleich die Fugen so anzuordnen, dass sie einen Bruch am wenigsten begünstigen; so wird die Mauer schichtenweise ausgeführt. Die Stärke der Schichten entspricht der Dicke der Bausteine, und jede einzelne Schicht wird regelmässig in einer Ebene abgeglichen, welche normal gegen den Druck gerichtet ist. Ist die Mauer keinem Seitendrucke ausgesetzt, was gewöhnlich der Fall ist, so findet nur ein Verticaldruck statt, und die Fugen zwischen den einzelnen Schichten, oder die Lagerfugen, bilden Horizontal-Ebenen. Wenn dagegen ein Horizontaldruck statt findet, so muss man aus diesem und dem fast nie fehlenden Verticaldrucke die Richtung des aus beiden zusammengesetzten Druckes ermitteln und die Lagerfugen so anordnen, dass sie vom letztern senkrecht getroffen werden. Abweichungen von einigen Graden kommen hierbei wohl nie in Betracht, in sofern die Bruchfläche immer unter einem viel grösseren Winkel die Normalebene schneidet. Bei Gewölben pflegt man ziemlich allgemein die angegebene Regel zu befolgen, und eine Ausnahme davon findet nur in sofern statt, als man die Richtung des zusammengesetzten Druckes nicht immer gehörig beurtheilt, oder man das Verbauen der Backsteine vermeiden will. Bei andern Mauermassen, die einem starken Horizontaldruck ausgesetzt sind, wie bei Widerlagern der Gewölbe und bei Futtermauern, pflegt man gewöhnlich die Lagerfugen im Widerspruche mit der angeführten Regel noch horizontal anzuordnen: in England geschieht dieses in neuerer Zeit jedoch nicht mehr, wie bereits bei Gelegenheit der Fundirungen erwähnt worden *). Der Grund, weshalb man die horizontalen Schichten in diesen Fällen noch beibehält, ist aber darin zu suchen, dass man dadurch das Verbauen von gleich hohen Mauersteinen vermeidet und die Arbeit des Mauerns

*) Theil I. Seite 510 und Fig. 143 auf Taf. XIII.

überdies beim unmittelbaren Gebrauch der Setzwage etwas bequemer ist, als wenn die Lagerfugen nach einer Seite unter einem gewissen Winkel geneigt sein sollen, der überdies für die verschiedenen Lagerfugen sich nicht gleich bleibt. Dieses Verfahren rechtfertigt sich auch noch, so lange der zusammengesetzte Druck nicht bedeutend von der Richtung des Lothes abweicht: sobald der Unterschied zwischen beiden aber etwa 15 Grade oder mehr beträgt, und es überhaupt die Absicht ist, mit dem geringsten Materialbedarf oder mit den geringsten Kosten die erforderliche Solidität zu erreichen, so begründen die erwähnten Rücksichten nicht mehr eine solche Abweichung von der allgemeinen Regel. Endlich vermeidet man die schräge Richtung der Lagerfugen zuweilen auch aus dem Grunde, weil alsdann das Wasser sich mit grösserer Leichtigkeit hineinziehen und den Mörtel verderben könnte. Diese Rücksicht kommt indessen nur für das Regenwasser in Betracht, keineswegs aber für das Wasser, welches vor der Mauer steht, oder wie in den Schleusenkammern abwechselnd davor tritt. In diesen beiden Fällen wird es nämlich durch den hydrostatischen Druck eben so gut in die schräge, wie in die horizontale Fuge hineingedrängt.

In den einzelnen Schichten müssen die Bausteine recht genau schliessend an einander gesetzt werden, damit die tragende Fläche, die durch ihre rückwirkende Festigkeit dem Drucke wiederstehen soll, möglichst gross wird; auf den Mörtel ist hierbei aber nicht Rücksicht zu nehmen, da derselbe wenigstens im Anfange eine weit geringere Festigkeit, als die Bausteine zu haben pflegt.

Die Steine müssen ferner nicht nur oben und unten parallele Flächen haben, oder lagerhaft sein, sondern so viel es geschehen kann, muss man auch darauf achten, dass ihre Seitenflächen, womit sie sich berühren, gegen die Lagerfugen senkrecht stehen; im entgegengesetzten Falle wäre es nicht zu vermeiden, dass die Bildung einer Bruchfläche durch vielfache schräge Fugen sehr erleichtert würde. Wenn man rohe Bausteine zum Bau benutzt, so lässt sich die letzte Regel nicht mehr in aller Schärfe beachten, und man ist daher gezwungen, durch grössere Stärke der Mauer, den Mangel zu ersetzen. Bei sorgfältiger Bearbeitung der Bausteine ist indessen diese Verstärkung nicht nöthig, und es kommt darauf an, durch Vergleichung der Kosten für das

laterial mit Einschluss des Transportes, gegen das Arbeitslohn, lenjenigen Grad der Schärfe der Bearbeitung der Steine zu ermitteln, wobei die Gesammtkosten ein Minimum werden. Es nuss hierbei bemerkt werden, dass für Maurerarbeiten das Material gewöhnlich viel theurer als die Arbeit ist, und je unregelmässiger die Steine sind, um so stärker wird der Verbrauch an Mörtel, der wieder theurer ist, als die Steine. Hiernach dürfte m Allgemeinen eine grössere Sorgfalt in der Zurichtung der Bruchsteine wohl zu empfehlen sein, indem dadurch die Kosten it Rücksicht auf gleiche Stärke des Werkes sich merklich verindern; dabei wäre es aber nöthig, dass die Bearbeitung bereits n Steinbruche erfolgt, damit nur diejenigen Massen transportirt erden dürfen, welche wirklich verbraucht werden.

Diejenigen Fugen, welche mit dem Drucke parallel gerichtet nd, oder die Stossfugen, das heisst die Fugen zwischen n Steinen in den einzelnen Schichten, dürfen keineswegs willhrlich angeordnet werden, vielmehr müssen sie so liegen, dass e sich nicht durch zwei oder mehrere auf einander folgende hichten fortsetzen, wodurch das erwähnte Spalten der Mauer fördert wird; sie müssen daher, soviel es geschehen kann, imer auf die Mitte der darüber und darunter liegenden Steine effen. Diese Abwechselung der Stossfugen nennt man den Verand. Zur gehörigen Darstellung desselben müssen die Baueine nicht sämmtlich in derselben Richtung liegen, sondern ihre ängenrichtung oder ihre grösste Achse muss theils in die Richng der Mauer, und theils normal dagegen treffen. Im ersten alle nennt man sie Läufer oder Strecker, im letzten Binler. Haben die sämmtlichen Bausteine, die man in derselben hicht verwendet, ungefähr gleiche Diemensionen, so lässt sich n guter Verband am einfachsten dadurch erreichen, dass die nzelnen Schichten abwechselnd nur aus Läufern und nur aus ndern bestehen. Bei sehr starken Mauern, und namentlich nn sie aus Backsteinen ausgeführt werden, bringt man eine sentliche Abwechselung in den Fugen auch noch dadurch her, dass man in einzelnen Mauerschichten die Steine weder als ufer, noch als Binder, sondern in einer Richtung legt, die de benannten unter einem Winkel von 45 Graden schneidet. n Schichten dieser Art oder die sogenannten Schmieg-

überdies beim unmittelbaren Gebrauch der Setzwage etwas bequemer ist, als wenn die Lagerfugen nach einer Seite unter einem gewissen Winkel geneigt sein sollen, der überdies für die verschiedenen Lagerfugen sich nicht gleich bleibt. Dieses Verfahren rechtfertigt sich auch noch, so lange der zusammengesetzte Druck nicht bedeutend von der Richtung des Lothes abweicht: sobald der Unterschied zwischen beiden aber etwa 15 Grade oder mehr beträgt, und es überhaupt die Absicht ist, mit dem geringsten Materialbedarf oder mit den geringsten Kosten die erforderliche Solidität zu erreichen, so begründen die erwähnten Rücksichten nicht mehr eine solche Abweichung von der allgemeinen Regel. Endlich vermeidet man die schräge Richtung der Lagerfugen zuweilen auch aus dem Grunde, weil alsdann das Wasser sich mit grösserer Leichtigkeit hineinziehen und den Mörtel verderben könnte. Diese Rücksicht kommt indessen nur für das Regenwasser in Betracht, keineswegs aber für das Wasser, welches vor der Mauer steht, oder wie in den Schleusenkammern abwechselnd davor tritt. In diesen beiden Fällen wird es nämlich durch den hydrostatischen Druck eben so gut in die schräge, wie in die horizontale Fuge hineingedrängt.

In den einzelnen Schichten müssen die Bausteine recht genau schliessend an einander gesetzt werden, damit die tragende Fläche, die durch ihre rückwirkende Festigkeit dem Drucke wiederstehen soll, möglichst gross wird; auf den Mörtel ist hierbei aber nicht Rücksicht zu nehmen, da derselbe wenigstens im Anfange eine weit geringere Festigkeit, als die Bausteine zu haben pflegt.

Die Steine müssen ferner nicht nur oben und unten parallele Flächen haben, oder l a g e r h a f t sein, sondern so viel es geschehen kann, muss man auch darauf achten, dass ihre Seitenflächen, womit sie sich berühren, gegen die Lagerfugen senkrecht stehen; im entgegengesetzten Falle wäre es nicht zu vermeiden, dass die Bildung einer Bruchfläche durch vielfache schräge Fugen sehr erleichtert würde. Wenn man rohe Bausteine zum Bau benutzt, so lässt sich die letzte Regel nicht mehr in aller Schärfe beachten, und man ist daher gezwungen, durch grössere Stärke der Mauer, den Mangel zu ersetzen. Bei sorgfältiger Bearbeitung der Bausteine ist indessen diese Verstärkung nicht nöthig, und es kommt darauf an, durch Vergleichung der Kosten für das

Material mit Einschluss des Transportes, gegen das Arbeitslohn, denjenigen Grad der Schärfe der Bearbeitung der Steine zu ermitteln, wobei die Gesammtkosten ein Minimum werden. Es muss hierbei bemerkt werden, dass für Maurerarbeiten das Material gewöhnlich viel theurer als die Arbeit ist, und je unregelmässiger die Steine sind, um so stärker wird der Verbrauch an Mörtel, der wieder theurer ist, als die Steine. Hiernach dürfte im Allgemeinen eine grössere Sorgfalt in der Zurichtung der Bruchsteine wohl zu empfehlen sein, indem dadurch die Kosten mit Rücksicht auf gleiche Stärke des Werkes sich merklich vermindern; dabei wäre es aber nöthig, dass die Bearbeitung bereits im Steinbruche erfolgt, damitt nur diejenigen Massen transportirt werden dürfen, welche wirklich verbraucht werden.

Diejenigen Fugen, welche mit dem Drucke parallel gerichtet sind, oder die Stossfugen, das heisst die Fugen zwischen den Steinen in den einzelnen Schichten, dürfen keineswegs willkührlich angeordnet werden, vielmehr müssen sie so liegen, dass sie sich nicht durch zwei oder mehrere auf einander folgende Schichten fortsetzen, wodurch das erwähnte Spalten der Mauer befördert wird; sie müssen daher, soviel es geschehen kann, immer auf die Mitte der darüber und darunter liegenden Steine treffen. Diese Abwechselung der Stossfugen nennt man den Verband. Zur gehörigen Darstellung desselben müssen die Bausteine nicht sämmtlich in derselben Richtung liegen, sondern ihre Längenrichtung oder ihre grösste Achse muss theils in die Richtung der Mauer, und theils normal dagegen treffen. Im ersten Falle nennt man sie Läufer oder Strecker, im letzten Binder. Haben die sämmtlichen Bausteine, die man in derselben Schicht verwendet, ungefähr gleiche Diemensionen, so lässt sich ein guter Verband am einfachsten dadurch erreichen, dass die einzelnen Schichten abwechselnd nur aus Läufern und nur aus Bindern bestehen. Bei sehr starken Mauern, und namentlich wenn sie aus Backsteinen ausgeführt werden, bringt man eine wesentliche Abwechselung in den Fugen auch noch dadurch hervor, dass man in einzelnen Mauerschichten die Steine weder als Läufer, noch als Binder, sondern in einer Richtung legt, die beide benannten unter einem Winkel von 45 Graden schneidet. Um Schichten dieser Art oder die sogenannten Schmieg-

schichten an die äussern Mauerflächen gehörig anzuschliessen, braucht man besonders geformte Steine, bei denen zwei Seiten unter einem Winkel von 45 Graden gegen einander geneigt sind; dieses sind die Spitz- oder Schmieg-Ziegel.

Damit die einzelnen Bausteine nicht brechen, so müssen sie gleichmässig unterstützt und gleichmässig belastet sein. Der Mörtel muss sonach die ganze Lagerfuge gehörig füllen, und alle Ungleichheiten aufheben, so dass die ganze Oberfläche eines Steines gleichmässig trägt. Beim Versetzen der Werkstücke wird häufig hierauf nicht gehörig Rücksicht genommen, und man führt eine Ungleichmässigkeit in der Unterstützung derselben oft dadurch ein, dass man eine besondere Vorsicht auf den äussern Theil der Fuge verwendet. Der Erfolg ist alsdann der, dass der Stein in der Mitte und auch wohl im Innern der Mauer hohl liegt, und unter einem starken Drucke bricht, sobald seine respective Festigkeit diesem nicht mehr angemessen ist. Die respective Festigkeit hängt aber von dem Verhältnisse der Dicke des Steines zu seiner Breite oder Länge ab, daher ist eine geringe Ungleichmässigkeit in der Ausfüllung der Fuge weit weniger bei höheren Steinen, als bei dünnen Steinplatten nachtheilig.

Das Brechen eines Steines erfolgt besonders leicht, wenn derselbe zwei aus verschiedenartigem Materiale ausgeführte Mauern, die auch ein verschiedenes Setzen erfahren, mit einander verbinden soll. Hierher gehört besonders der Fall, wenn eine Mauer aus gebrannten Steinen oder aus Bruchsteinen durch Werkstücke auf einer Seite verkleidet wird; die geringe Anzahl und die geringe Höhe der in der Verkleidung vorkommenden Lagerfugen veranlasst ein weit unbedeutenderes Setzen als in der Hintermaurung, und es brechen gewöhnlich die Binder, welche in letztere eingreifen, so dass beide Theile der Mauer sich vollständig von einander trennen. Bei Gelegenheit der Ausführung des Mauerwerks wird die Rede davon sein, wie man diesem Uebelstande zu begegnen versucht hat; hier wäre nur zu bemerken, dass, so weit es möglich ist, die Fugen in der Hintermaurung nicht gar zu verschieden von denen in der Verkleidung ausfallen dürfen. Dabei kommt indessen auch das Schwinden des Mörtels sehr in Betracht, und die Besorgniss wird um so geringer, je stärker der Mörtel hydraulisch ist, und je weniger

daher beim Erhärten eine Verminderung des Volums erfährt. Velche Nachtheile durch eine solche Spaltung der Mauer veranlasst werden, ist schon angeführt worden; man bemerkt sie her häufig bei älteren Mauern, die mit Werkstücken von aussen erkleidet sind, und es zeigt sich dabei gewöhnlioh ein starkes Ausbauchen der Mauer in verticaler Richtung. Dieses rührt davon her, dass die Verkleidung oben an der Hintermaurung befestigt ist, und indem letztere wegen des Schwindens des Mörtels in den Fugen an Höhe verliert, so kann jene, bei der eine ähnliche Verkürzung nicht möglich ist, nur folgen, indem sie sich biegt, und ihre äussere Oberfläche sich in eine gekrümmte Fläche verwandelt.

In der obern Schicht der Mauer lässt eine ungleichförmige Belastung sich gewöhnlich nicht vermeiden, und um hier den Bruch der am meisten und vielleicht nur vorübergehend belasteten Steine zu verhindern, deckt man die Mauer mit besonders festen Steinplatten, oder den sogenannten Deckplatten ab. Wenn man aber in dieser Schicht dasselbe kleine Material, wie im Innern der Mauer verwendet, so pflegt man dieses hier auf die hohe Kante zu stellen, oder eine Rollschicht daraus zu bilden; wenigstens mauert man eine solche längs dem äussern Rande, indem hier die Gefahr eines Abbrechens wegen der fehlenden Haltung von einer Seite immer am grössten ist.

Die Werkstücke und grössere Bruchsteine pflegt man in derselben Lage gegen den Horizont zu verwenden, die sie im Steinbruche hatten, und man schreibt ihnen alsdann eine grössere Haltbarkeit zu, als wenn sie anders geneigt werden. Es kommt indessen hierbei die horizontale Richtung nicht in Betracht, und die Bedingung ist vielmehr diese, dass die Schichtung des einzelnen Steines eben so wie die der ganzen Mauer normal gegen den Druck gerichtet sein muss. Der Grund dafür stimmt auch mit dem bereits erwähnten genau überein, denn in der Schichtung des Gesteins kommen gleichfalls minder feste Stellen vor, die dem Mörtel entsprechen, und welche bei einer schrägen Richtung oder wenn sie parallel zum Drucke gestellt werden, leicht die Bildung der Bruchfläche oder der Spaltungsebene befördern, wogegen sie als Lagerfugen keine so nachtheilige Wirkung äussern.

Die Stärke, welche man einer Mauer geben muss, hängt grossentheils von der rückwirkenden Festigkeit des Materials ab, zum Theil aber, und besonders bei Futtermauern, auch von dem Seitendrucke, dem die Mauer ausgesetzt wird, und dem sie vermöge ihrer Stabilität das Gleichgewicht halten muss. Der letzte Umstand soll später untersucht werden, gewöhnlich beugt man demselben aber schon dadurch vor, dass man verschiedene Mauern mit einander verbindet, und auf solche Art nicht nur das Umwerfen einer einzelnen verhindert, sondern gleichzeitig auch das Biegen unter besonders starker Belastung unmöglich macht. Hier darf sonach nur von der rückwirkenden Festigkeit des Mauermaterials die Rede sein, wodurch dem Zerdrücken desselben entgegengewirkt wird.

Die rückwirkende Festigkeit der verschiedenen Mauermaterialien ist wiederholentlich beobachtet worden, und zwar vorzugsweise durch Rondelet, Rennie und Vicat. Die Resultate dieser Beobachtungen sollen hier nur in runden Zahlen mitgetheilt werden. Eine grosse Schärfe ist durch die Messungen dieser Art nicht zu erreichen und sie wäre auch ganz überflüssig, indem das gefundene Resultat immer nur gerade für das bei den Beobachtungen benutzte Stück, aber keineswegs allgemein für die ganze Steingattung gilt, wobei sich jederzeit sehr grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei den Beobachtungen über die Festigkeit der Materialien kommt es aber nicht sowohl darauf an, den mittleren Werth derselben anzugeben, als vielmehr denjenigen geringsten Werth, der, so lange man keine schadhaften Stellen im Aeussern bemerkt, noch mit hinreichender Sicherheit vorausgesetzt werden darf. Man muss sonach zu den Versuchen keineswegs besonders gute Stücke aussuchen, auch eine künstliche Form oder Zubereitung der Steine vermeiden, denn eine solche lässt sich vielleicht von den Stücken aus den weicheren und schlechteren Schichten in demselben Bruche, obgleich diese zu Bausteinen noch ganz brauchbar sind, gar nicht geben. Man würde in diesem Falle den Beobachtungen nur die festesten Steine zum Grunde legen und dadurch Resultate erhalten, die keine allgemeine Gültigkeit haben, und die selbst für die Steine des untersuchten Bruches zu günstig ausfallen.

Rondelet stellte die Beobachtungen mit Würfeln von 5 Cen-
neter (23 Linien) Seite an, Rennie dagegen wählte Würfel, die
r $1\frac{1}{4}$ Zoll Englisch ($17\frac{1}{2}$ Linie Preussisch) in der Seite maassen,
ad Vicat benutzte Würfel und andere regelmässige Körper von
rschiedenen Dimensionen. Weichere Steine, die dem Drucke
nterworfen werden, spalten nach Rondelet's Beobachtung zunächst
sechs Pyramiden, von denen jede einzelne eine Seite des Wür-
ls zur Basis hat und deren Spitzen sämmtlich in den Mittel-
unkt des Würfels fallen. Vicat fand dagegen, dass wohl die
cken zuerst abbrachen, dass gemeinhin aber der ganze Körper
Staub zerfiel; wenn aber einzelne zusammenhängende Stücke
rig blieben, so hatten diese mindestens den vierten Theil ihrer
stigkeit verloren *). Es ergab sich aber aus allen Beobach-
ngen, dass der Bruch nicht momentan eintrat, und vielmehr
ne gewisse Zeit zu seiner Bildung erforderlich war. Nach
cat's Beobachtungen vergingen oft Monate, bis die Proben unter
m unveränderten Drucke brachen, und dieses stimmt auch mit
n Erfahrungen im Grossen überein; im Pantheon zu Paris
ldeten sich die bedenklichen Risse erst in einem Zeitraum von
Jahren aus. Dieser Umstand macht die Resultate oder Ver-
che in hohem Grade unsicher, denn der Druck, welchem der
ein während einer kurzen Dauer noch widersteht, fängt vielleicht
hon an, die innere Verbindung zu lösen und würde, wenn er
nger dauerte, schon die Zerquetschung des Steines bewirken.
Allgemeinen ist die Festigkeit bei gleichartigen Steinen dem
uerschnitte proportional, doch ist sie nach Vicat um so grösser,
niedriger der Stein ist. Rondelet nimmt dagegen an, dass die
stigkeit sich als ein Maximum herausstellt, wenn die Höhe des
rismas der Seite seiner Basis gleich ist. Endlich bemerkt Ron-
let auch noch, und hiermit stimmt Vicat gleichfalls überein,
ss die Form des Querschnittes oder der Basis nicht gleich-
ltig ist, und zwar ist die Festigkeit des Körpers um so grösser,
geringer der Umfang seines Querschnittes ist. Aus diesem

*) *Vicat, recherches expérimentales sur les phénomènes phy-
ques qui précèdent et accompagnent la rupture ou l'affaissement
une certaine classe de solides. Annales des ponts et chaussées*
33. *II. p.* 201.

Die Stärke, welche man einer Mauer geben muss, hängt grossentheils von der rückwirkenden Festigkeit des Materials ab, zum Theil aber, und besonders bei Futtermauern, auch von dem Seitendrucke, dem die Mauer ausgesetzt wird, und dem sie vermöge ihrer Stabilität das Gleichgewicht halten muss. Der letzte Umstand soll später untersucht werden, gewöhnlich beugt man demselben aber schon dadurch vor, dass man verschiedene Mauern mit einander verbindet, und auf solche Art nicht nur das Umwerfen einer einzelnen verhindert, sondern gleichzeitig auch das Biegen unter besonders starker Belastung unmöglich macht. Hier darf sonach nur von der rückwirkenden Festigkeit des Mauermaterials die Rede sein, wodurch dem Zerdrücken desselben entgegengewirkt wird.

Die rückwirkende Festigkeit der verschiedenen Mauermaterialien ist wiederholentlich beobachtet worden, und zwar vorzugsweise durch Rondelet, Rennie und Vicat. Die Resultate dieser Beobachtungen sollen hier nur in runden Zahlen mitgetheilt werden. Eine grosse Schärfe ist durch die Messungen dieser Art nicht zu erreichen und sie wäre auch ganz überflüssig, indem das gefundene Resultat immer nur gerade für das bei den Beobachtungen benutzte Stück, aber keineswegs allgemein für die ganze Steingattung gilt, wobei sich jederzeit sehr grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei den Beobachtungen über die Festigkeit der Materialien kommt es aber nicht sowohl darauf an, den mittleren Werth derselben anzugeben, als vielmehr denjenigen geringsten Werth, der, so lange man keine schadhaften Stellen im Aeussern bemerkt, noch mit hinreichender Sicherheit vorausgesetzt werden darf. Man muss sonach zu den Versuchen keineswegs besonders gute Stücke aussuchen, auch eine künstliche Form oder Zubereitung der Steine vermeiden, denn eine solche lässt sich vielleicht von den Stücken aus den weicheren und schlechteren Schichten in demselben Bruche, obgleich diese zu Bausteinen noch ganz brauchbar sind, gar nicht geben. Man würde in diesem Falle den Beobachtungen nur die festesten Steine zum Grunde legen und dadurch Resultate erhalten, die keine allgemeine Gültigkeit haben, und die selbst für die Steine des untersuchten Bruches zu günstig ausfallen.

Rondelet stellte die Beobachtungen mit Würfeln von 5 Cen-ueter (23 Linien) Seite an, Rennie dagegen wählte Würfel, die ır 1½ Zoll Englisch (17¼ Linie Preussisch) in der Seite maassen, ıd Vicat benutzte Würfel und andere regelmässige Körper von ırschiedenen Dimensionen. Weichere Steine, die dem Drucke ıterworfen werden, spalten nach Rondelet's Beobachtung zunächst ı sechs Pyramiden, von denen jede einzelne eine Seite des Wür-ıls zur Basis hat und deren Spitzen sämmtlich in den Mittel-ınkt des Würfels fallen. Vicat fand dagegen, dass wohl die ìcken zuerst abbrachen, dass gemeinhin aber der ganze Körper ı Staub zerfiel; wenn aber einzelne zusammenhängende Stücke ırig blieben, so hatten diese mindestens den vierten Theil ihrer estigkeit verloren *). Es ergab sich aber aus allen Beobach-ıngen, dass der Bruch nicht momentan eintrat, und vielmehr ne gewisse Zeit zu seiner Bildung erforderlich war. Nach ìcat's Beobachtungen vergingen oft Monate, bis die Proben unter ım unveränderten Drucke brachen, und dieses stimmt auch mit ı Erfahrungen im Grossen überein; im Pantheon zu Paris ldeten sich die bedenklichen Risse erst in einem Zeitraum von 7 Jahren aus. Dieser Umstand macht die Resultate oder Ver-che in hohem Grade unsicher, denn der Druck, welchem der ein während einer kurzen Dauer noch widersteht, fängt vielleicht hon an, die innere Verbindung zu lösen und würde, wenn er nger dauerte, schon die Zerquetschung des Steines bewirken. ı Allgemeinen ist die Festigkeit bei gleichartigen Steinen dem uerschnitte proportional, doch ist sie nach Vicat um so grösser, niedriger der Stein ist. Rondelet nimmt dagegen an, dass die estigkeit sich als ein Maximum herausstellt, wenn die Höhe des rismas der Seite seiner Basis gleich ist. Endlich bemerkt Ron-elet auch noch, und hiermit stimmt Vicat gleichfalls überein, ıss die Form des Querschnittes oder der Basis nicht gleich-ültig ist, und zwar ist die Festigkeit des Körpers um so grösser, geringer der Umfang seines Querschnittes ist. Aus diesem

*) *Vicat, recherches expérimentales sur les phénomènes phy-ques qui précèdent et accompagnent la rupture ou l'affaissement une certaine classe de solides. Annales des ponts et chaussées* 833. *II. p.* 201.

Frost aushält, ohne zu zerfallen und ohne abzublättern, giebt noch keinen sichern Beweis für seine Frostbeständigkeit, obwohl gemeinhin die Gefahr des Ausfrierens am grössten ist, so lange die Bergfeuchtigkeit sich noch im Steine befindet. Dieses Ausfrieren, welches sowohl bei natürlichen, wie bei künstlichen Steinen sich zeigt, besteht darin, dass an der Oberfläche die Körnchen ihren Zusammenhang verlieren und in der Form von dünnen Schichten oder Blättchen sich lösen und herabfallen, worauf beim nächsten Froste wieder derjenige Theil leidet, der nunmehr an der Oberfläche liegt. Oft sind es auch einzelne Schichten unter der Oberfläche, welche ihren Zusammenhang verlieren, und der obere Theil des Steines, der dadurch getrennt wird, zeigt zuweilen noch seine frühere Härte. Besonders auffallend ist die Erscheinung, welche Vicat anführt, dass nämlich bei der Brücke zu Souillac diese Risse sich ganz regelmässig durch die Stossfugen hindurch fortsetzten, als ob die neben einander liegenden Werkstücke nur einen einzelnen Stein ausmachten. Die Ursache des Ausfrierens kann man jedenfalls nur darin suchen, dass der Stein entweder überall oder vielleicht auch nur in einzelnen besonders porösen Schichten Wasser einsaugt, und beim Gefrieren desselben sich trennt; es lässt sich hiernach auch erklären, dass einzelne Schichten einen so starken Seitendruck ausüben, dass sie die Mörtelfuge und den dahinter liegenden Stein spalten. Nichts desto weniger ist die Erscheinung in allen ihren Eigenthümlichkeiten noch nicht aufgeklärt, und wenigstens muss man wohl annehmen, dass der am meisten der Zerstörung ausgesetzte Stein eine besondere Verwandtschaft zum Wasser hat, denn die Porosität allein, oder das Wasserquantum, welches der Stein beim Benetzen aufnimmt, giebt noch keinen Maassstab für eine Frostbeständigkeit. So saugt z. B. der Sandstein, woraus der Strassburger Münster erbaut ist, zwanzig Procent Wasser ein, und nichts desto weniger leidet er beim Froste gar nicht; eben so zeigen sich auch manche Schieferarten, die sehr locker sind und grosse Quantitäten Wasser verschlucken, als sehr frostbeständig, und dasselbe gilt auch vom Trass, woraus eine Menge Kirchen im nordwestlichen Deutschlande erbaut sind.

Wenn man sonach ein Material benutzen muss, das man in dieser Beziehung noch nicht durch langjährige Erfahrung kennen

gelernt hat, so setzt man den Bau einer nicht geringen Gefahr aus, und besonders lässt sich diese bei gebrannten Steinen nie ganz vermeiden, indem dieselben immer einige Verschiedenheit zeigen. Sehr wichtig wäre daher eine Probe, welche die mehrjährige Erfahrung entbehrlich machte. Der französische Mineraloge Brard, der die sehr starke Ausdehnung des Glaubersalzes beim Krystallisiren wahrnahm, glaubte hierin ein Mittel entdeckt zu haben, wodurch die Wirkungen des gefrierenden Wassers sich nachahmen liessen, und er benutzte es zur Prüfung der Frostbeständigkeit der Steine. Leider missglückte die erste Anwendung, die Brard selbst in einem sehr wichtigen Falle von seiner Methode machte. Es sollte nämlich die Brücke zu Souillac gebaut werden, und es kam darauf an zu entscheiden, ob der in der Nähe brechende Stein, der im Uebrigen sehr brauchbar war, frostbeständig sei oder nicht. Brard unterzog sich der Untersuchung und kam zum Resultate, dass der Stein vom Froste nicht leiden würde. Dieses war während zehn Wintern auch wirklich der Fall, als aber im Februar 1830 eine Kälte von 22 Graden eintrat, so fror der Stein aus *).

Ganz sicher möchte sonach die Probe wohl nicht sein, aber nichts desto weniger scheint sie doch einen Vergleich zwischen verschiedenen Steinen mit einiger Wahrscheinlichkeit zu gestatten. Héricard de Thury giebt folgendes Verfahren an: man soll die zu vergleichenden Steine in Würfel von 5 Centimeter (23 Preuss. Linien) Seite zersägen lassen; beim Zuhauen würde die Oberfläche nicht leiden. Man kocht sie eine halbe Stunde lang in einer Auflösung von Glaubersalz, die vor dem Kochen sich in gesättigtem Zustande befand. Sodann hängt man die Würfel über dieser Auflösung auf, und wie die Krystalle sich daran zu bilden anfangen, so taucht man sie während fünf bis sechs Tagen abwechselnd immer von Neuem ein, indem eine Temperatur von 12 bis 15 Graden im Zimmer stattfinden muss. Hierbei lösen sich nun eine Menge Theilchen von den Würfeln, und aus der Vergleichung des Angriffes, den jeder derselben erfahren hat, kann man auf die mindere und grössere Frostbeständigkeit schliessen **).

---

*) *Annales des ponts et chaussées* 1833. *I. p.* 376. *ff.*

**) *Sganzin programme. Tome I.* Paris 1839. pag. 12.

Vicat fand dagegen, dass man schon zu brauchbaren Resultaten gelangt, wenn man 1 Theil Kochsalz in 2 Theilen Wasser auflöst, und die Würfel, ohne sie zu kochen, hierin nur kalt eintaucht. Ich habe dieses Verfahren an einigen Sorten von Mauersteinen versucht, und es zeigte sich in der That, dass diejenigen Steine, deren Frostbeständigkeit schon anderweit bekannt war, eine festere Oberfläche behielten, als die minder dauerhaften, von denen einzelne Brocken bald abfielen. Es lösten sich von den letztern auch hin und wieder dünne Blättchen ab, wie dieses beim Ausfrieren der Steine zu geschehen pflegt; überhaupt hatte die Erscheinung in beiden Fällen eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit, nur wäre zu wünschen, dass man durch Vervollkommnung der Methode dahin gelangen möchte, bei der Probe eben so starke und auffallende Veränderungen zu bewirken, wie solche während eines starken Frostes sich zu zeigen pflegen.

§. 51.

Stabilität der Futtermauern.

Der Druck, welchen die Hinterfüllungserde gegen die Futtermauer ausübt, ist in der obigen Auseinandersetzung für diejenige Richtung ermittelt worden, in welcher er senkrecht gegen die innere Oberfläche der Mauer wirkt. Man erreicht dadurch den Vortheil, dass man bei Betrachtung der ersten, hier eintretenden Bewegung die Reibung zwischen der Erde und der Mauer gar nicht berücksichtigen darf. Der erwähnte Druck ist aber auch ganz unabhängig von dem Umstande, ob die Mauer bei der ersten Bewegung parallel zu ihrer früheren Lage fortgeschoben, oder um die äussere Kante ihrer Basis gedreht wird; im weitern Verfolge dieser Bewegungen können sich freilich sehr verschiedenartige Verhältnisse herausstellen, die den Seitendruck der Erde wesentlich verändern. Hier ist jedoch nur davon die Rede, dass der Anfang der Bewegung verhindert werden soll, und sonach kommen die späteren Modificationen gar nicht in Betracht. Das Fortschieben der Mauer über dem Fundamente oder dem Roste oder vielleicht über dem gewachsenen festen Boden kommt in der Wirklichkeit wohl nie vor; es verbietet sich auch durch die starke Reibung, welche zwischen Stein und Stein, oder zwischen Stein

ıd fester Erde statt findet. Nur in dem Falle würde man das intreten einer solchen Bewegung besorgen müssen, wenn der örtel in den Lagerfugen noch nicht erhärtet ist, und er sonach elleicht wie eine Schmiere wirken könnte. Ausserdem aber kann e Lagerfuge unter gewissen Umständen auch mit der Richtung sjenigen Druckes ungefähr übereinstimmen, der sich aus dem eitendrucke der Erde und dem Gewichte der Mauer zusammentzt, und alsdann würde die Gefahr sehr nahe liegen, dass die ruchfläche sich in der Lagerfuge bilden kann. Gewöhnlich ist s Gewicht der Mauer überwiegend, und der zusammengesetzte ruck bleibt daher von der horizontalen Richtung noch weit entrnt, doch ist es jedenfalls sicherer, wenn man, wie bereits erähnt worden, die Lagerfugen rückwärts und zwar normal gegen iesen Druck neigt. Besonders muss man sich aber hüten, eine uttermauer auf ein nach vorn geneigtes Gestein zu stellen, enn die Quellen, welche zwischen dem gewachsnen Boden und em Mauerwerke sich gemeinhin hindurch ziehen, vermindern die eibung, und sonach vereinigen sich in diesem Falle beide Urıchen, um die Mauer fortzuschieben.

Weit grösser ist die Gefahr, dass die Mauer sich um die ussere Kante ihrer Basis drehen möchte; dieses ist auch der all, der in der Wirklichkeit ausschliesslich vorzukommen pflegt, enn Futtermauern nicht stabil genug ausgeführt sind. Wenn an den Reibungswinkel der Hinterfüllungserde kennt, so ist es icht, die Stabilität der Mauer mit dem Drucke der Erde zu ergleichen. Man darf dabei aber die Drehungsachse nicht unmitlbar in dem äussern Rande der Mauer annehmen, vielmehr liegt e immer etwas rückwärts; dieses geschieht schon in dem Falle, enn die Mauer auf einer durchaus festen Fundirung aufsteht, enn indem die erwähnte Bewegung eintritt, so ruht das ganze ewicht der Mauer auf der äussern Kante, und diese wird, je ıchdem das Material eine grössere oder mindere Festigkeit hat, ırch mehr oder weniger zerdrückt, und sonach liegt die wirkliche rehungsachse schon etwas weiter rückwärts. Noch übler ist es ber, wenn man die Mauer unmittelbar oder mittelst eines liegenn Rostes auf aufgeschwemmten Boden fundirt. Alsdann drückt e Mauer keineswegs gleichmässig die darunter befindliche Erde, ndern der Druck trifft am stärksten die äussere Kante, und

indem hier die Erde ausweicht oder comprimirt wird, so entfernt sich die Achse, um welche die Mauer sich dreht, leicht um einen halben, auch wohl einen ganzen Fuss von dem äussern Rande und in gleichem Maasse vermindert sich natürlich der Abstand, in welchem das Gewicht der Mauer wirkt. Diesen Uebelstand vermeidet man, oder man macht ihn doch weniger nachtheilig, wenn man den Fuss der Mauer auswärts mit einem starken Banquet versieht, oder den liegenden Rost vortreten lässt. Ausserdem muss man durch sorgfältige Befestigung des Grundes besonders unter dem äussern Rande der Mauer ein Senken möglichst zu verhindern suchen. Endlich gehört hierher aber auch noch die Vorsicht, dass das festeste Material, welches man irgend benutzen kann, in den äussern Lagen der untern Schichten verwendet wird, und ein starkes Schwinden des Mörtels hier gleichfalls nicht stattfinden darf.

Die Bestimmung des Reibungswinkels für die Hinterfüllungserde ist in so fern besonders schwierig, als der verschiedene Feuchtigkeitszustand einen wesentlichen Einfluss hierauf ausübt, und man muss, um ganz sicher zu sein, den ungünstigsten Fall voraussetzen, der nach der Localität überhaupt eintreten kann. Dieser ungünstigste Fall ist häufig der, dass die Erde vollständig mit Wasser durchzogen ist, und vielleicht sogar der hydrostatische Druck in Wirksamkeit tritt, d. h. dass der Reibungswinkel gleich 90 Graden wird. Wenn dieses stattfinden kann, so muss die Mauer ganz ungewöhnliche Dimensionen erhalten: es geschieht aber vorzugsweise da, wo die Futtermauer eine Kaimauer bildet, und das Hochwasser des Flusses über sie herüber tritt, und sich in die Hinterfüllungserde hineinzieht. So lange das Hochwasser anhält, so existirt für die Mauer keine Gefahr, indem der Druck auf beiden Seiten gleich gross ist, sobald aber das Wasser im Strome fällt, und namentlich wenn es recht schnell fällt, so pflegt die Mauer, die für diesen Druck zu schwach profilirt war, gleich einzustürzen. So fiel die Kaimauer in Nymwegen im Frühjahr 1823 grade in der Zeit ein, als die Whaal sich schnell senkte und in ihr gewöhnliches Bette zurück trat und in ähnlicher Art hat sich dieselbe Erscheinung auch sonst wiederholt. Man kann in solchem Falle für die schleunige Austrocknung der Hinterfüllungserde wohl sorgen, wenn dieselbe aus grobem Kiese besteht,

und das zweckmässigste Mittel möchte es alsdann sein, eine Abzugsröhre durch die Mauer selbst hindurchzuführen; indessen grade beim Kiesboden findet eine solche Besorgniss am wenigsten statt, indem selbiger auch unter der Mauer, und vielleicht sogar unter dem liegenden oder dem Pfahlroste mit hinreichenden Oeffnungen versehen ist, um das Wasser abzuführen. Bei schlammigem Boden dagegen, auf den sich eben alle Beispiele dieser Art beziehen, ist die Darstellung von freien Oeffnungen in so fern bedenklich, als man wohl besorgen muss, grosse Massen der aufgeweichten Erde dadurch gleichzeitig heraus zu spühlen, jedenfalls wäre es also nothwendig, die Rinnen mit Steinen auszufüllen, um eine Art von Sickergräben darzustellen.

Die Abzüge dürfen nicht fehlen, wenn die Quellen von der innern Seite an die Mauer treten, und vor ihr kein Wasser steht. Man erreicht durch solche Oeffnungen gleichzeitig noch den Vortheil, dass sie das schnelle Austrocknen der Mauer sehr befördern. Ein Beispiel hiervon giebt die Einfassung des bereits früher erwähnten *) Durchstiches bei Blisworth auf der London-Birminghamer Eisenbahn. Der Klaiboden, der sich unter der jüngeren Kalkformation befindet, ist in der obern Schicht stark mit Wasser durchzogen; um dieses Wasser aber nicht in die tieferen Lagen treten zu lassen, wodurch der Druck gegen die Futtermauern zu sehr vermehrt werden würde, sind seitwärts die Sickergräben in einem Thonschlage und mit Steinfüllung angeordnet, wie dieses auf Taf. XXII. Fig. 10 *a* und *b* dargestellt ist **).

Das Wasser übt zuweilen noch in anderer Beziehung einen sehr nachtheiligen Einfluss gegen die Futtermauern aus, der darin besteht, dass es sich mit Leichtigkeit zwischen die Mauer und die Hinterfüllungserde hineinzieht und hier entweder die nächste Thonlage stark durchnässt, und sonach Veranlassung giebt, dass dieselbe quillt oder aber es gefriert hier selbst, und vergrössert alsdann sein Volumen. In beiden Fällen wird die Mauer etwas herüber gedrängt, sobald aber nach einiger Zeit wieder die Verminderung des Volumens eintritt, so nimmt die senkrechte Futter-

---

*) Theil I. Seite 435.

**) *Public works of Great Britain I. p.* 39 und *Brees, railway practice I. p.* 58.

mauer nicht wieder ihre frühere Lage ein, und es füllt sich der leere Zwischenraum dadurch an, dass die Erde von oben nachsinkt. Es stellen sich sonach die früheren Verhältnisse von selbst wieder her, und bei der nächsten Veranlassung rückt die Mauer von Neuem vor. In solcher Art werden die Futtermauern nicht selten schadhaft. Es ist mir ein Fall vorgekommen, dass eine Mauer, die ursprünglich eine bedeutende äussere Böschung hatte, in jedem Frühjahre um einige Zolle in dem obern Theile herausgedrängt wurde, worauf alsdann die dahinter liegende Strasse sich senkte; nach acht Jahren hing die Mauer schon so weit über, dass ihre theilweise Abtragung und Erneuerung nothwendig geworden war. Wahrscheinlich kamen hier noch andere Umstände hinzu, die den Ruin der Mauer beförderten, jedenfalls darf man aber die erwähnte Wirkung des Wassers nicht unbeachtet lassen, und man muss durch Vergrösserung der Masse der Mauer und namentlich durch eine ansehnliche Verstärkung in ihrem obern Theile ihr die nöthige Festigkeit geben und zugleich verhindern, dass der Frost nicht zu leicht hindurch dringt. Hierdurch begründet sich die Regel, dass Futtermauern niemals bis zu einer sehr geringen Breite oben geschwächt werden dürfen, was mit Rücksicht auf den Erddruck allerdings zulässig erscheint. Ihre geringste Stärke in der Oberfläche muss wohl etwa 2½ Fuss betragen, unter ungünstigen Umständen oder wenn ein Material benutzt wird, das nicht besonders lagerhaft ist, muss sie aber über 3 Fuss messen.

Bei der Berechnung des Erddruckes wird vorausgesetzt, dass in der Bruchebene diejenige Reibung eintritt, welche der Erdart entspricht; zuweilen vermindern indessen die Quellen diese Reibung, und alsdann wird der Druck sehr viel stärker. Dieses ist namentlich der Fall, wenn die Hinterfüllungserde auf einen steilen Bergabhang unmittelbar aufgeschüttet wird, und eine augenscheinliche Gefahr würde man einführen, wenn man auf ein geschichtetes Gebirge, dessen Schichten gegen die Mauern abfallen, die Erde aufbringen wollte. Die Bruchebene würde unter solchen Umständen schon bei der Anlage vollständig dargestellt und indem das Wasser, welches über dem Gestein hinfliesst, die zunächst darauf liegende Erde erweicht, die sich dadurch förmlich in eine Schmiere verwandelt, so verschwände die Reibung beinahe ganz

nd die keilförmige Masse müsste allein von der Mauer getragen erden. Bei Anlagen dieser Art ist es daher nöthig, den Abhang uerst treppenförmig einzuschneiden, und dabei muss man sich och überzeugen, dass die einzelnen Schichten des Gebirges gehörig estützt sind, und nicht etwa herabgleiten können.

Man kann die Stabilität einer Futtermauer wesentlich vermehren, sobald man ihre äussere Fläche nicht senkrecht aufführt, ondern dieselbe etwas gegen das Loth neigt, oder sie mit einer äussern Böschung versieht. Es ist bereits erwähnt worden, ass man anderweitig und namentlich in England dieses gewöhnich thut: so zeigt Fig. 144 auf Taf. XIII. das Profil der Kaimauer in der Verbindungsdocke zu Hull, Fig. 154 auf Taf. XIV. die Kaimauer der Humberdocke ebendaselbst und Fig. 155 die Umschliessungmauer der Georgesdocke zu Liverpool. In diesen Fällen ist die horizontale Projection oder die Basis der dossirten Fläche durchschnittlich dem sechsten bis fünften Theile der Höhe gleich, man wählt aber in neuerer Zeit zu diesen schrägen Flächen nicht Ebenen, sondern vielmehr cylindrische Flächen, welche oben in Verticalebenen übergehen. Auf solche Art liegt der stark dossirte Theil der Mauer so tief, dass er entweder immer unter Wasser bleibt, oder doch bei jeder Fluth vom Wasser bedeckt wird, und es kann sonach die Neigung der Lagerfugen nicht so leicht Veranlassung zur Beschädigung der Mauer geben. Nichts desto weniger wählt man dieselbe Profilirung zuweilen auch da, wo kein Wasserstand vor der Mauer stattfindet, und es muss alsdann durch sorgfältige Unterhaltung der Fugen dem Eindringen des Regenwassers vorgebeugt werden. Allgemein geschieht es aber in England, dass die Mauer in ihrem untern Theile nicht viel stärker als oben ist, und sie sonach im Ganzen sich bedeutend zurücklehnt; sie verwandelt sich also in eine schräge Futtermauer, wie man solche immer zu wählen pflegt, sobald man Mauern ohne Mörtel oder trockne Mauern ausführt. Der Widerstand gegen den Erddruck wird bei gleicher Mauermasse in diesem Falle sehr viel grösser, dagegen liegt die Mauer auf der Hinterfüllungserde auf, und sie ist daher nicht ganz sicher unterstützt, wodurch leicht die Gefahr eines Bruches herbeigeführt wird. Bei den erwähnten Futtermauern wird dieses Aufliegen auf der Hinterfüllungserde dadurch vermieden, dass in geringen

Abständen Strebepfeiler an der hintern Fläche der Mauer angebracht sind, welche senkrecht herauf gehen, und sonach unten eine viel grössere Länge, wie oben haben. Diese tragen an sich die Mauer, und wenn man auch sehr sorgfältig die Hinterfüllung anzustampfen pflegt, so hängt die Stabilität doch keineswegs von dieser Unterstützung allein ab. Was die sonstigen Dimensionen betrifft, die man in England den Futtermauern zu geben pflegt, so beträgt die Stärke derselben, welche häufig von unten nach oben in einigen Banquets um geringe Quantitäten sich vermindert, durchschnittlich nur den fünften bis sechsten Theil der Höhe; die Lagerfugen sind jederzeit normal gegen die äussere Fläche gerichtet. In Abständen von 12 bis 18 Fuss von Mitte zu Mitte sind hinter der Mauer die Strebepfeiler angebracht, deren Stärke durchschnittlich mit der der Mauer selbst übereinkommt, und nicht leicht über 4 Fuss beträgt. Die Länge der Pfeiler endlich ist so gewählt, dass sie oben wieder ungefähr mit der Stärke der Mauer übereinstimmt, und unten um so viel grösser ist, als die Mauer sich zurück lehnt. Auf diese Art wird die Mauermasse im Ganzen geringer, als bei lothrechten Mauern ohne Strebepfeiler; dabei muss aber eine sehr sorgfältige Arbeit, so wie auch gutes Material vorausgesetzt werden.

Dass man die äussern Flächen der Mauern schräge anlegt, geschieht auch in Deutschland und Frankreich sehr häufig und namentlich ist es bei Festungsbauten ganz allgemein üblich, wo man mehr oder weniger sich noch immer an die von Vauban angegebenen Regeln für Revetementsmauern zu halten pflegt. Nach letzterm beträgt die obere Stärke der Mauer mit Rücksicht auf die Güte des Mauerwerks 4½ bis 5½ Fuss, also durchschnittlich 5 Fuss. An der innern Seite ist die Mauer lothrecht aufgeführt, an der äussern dagegen stark geneigt, so dass die horizontale Anlage dem fünften Theile der Höhe gleich kommt. In Abständen von 15 oder 18 Fuss von Mitte zu Mitte sind Strebepfeiler an der innern oder lothrechten Mauerfläche angebracht, die gleichfalls lothrecht aufgeführt sind, ihre Länge beträgt 3 Fuss weniger als die untere Stärke der Mauer, die Breite misst dagegen an der Seite, wo sie sich an die Mauer anschliesst, die Hälfte von der um einen Fuss verminderten untern Stärke der Mauer, an der entgegengesetzten Seite oder am Ende der Strebepfeiler beträgt

re Breite den dritten Theil von der um einen Fuss verminderten ltern Stärke der Mauer *). Diese Dimensionen sind augenbeinlich sehr gross, und viel grösser, als sie bei Futtermauern Civilbau vorzukommen pflegen; man darf aber nicht vergessen, ss es sich hierbei nicht allein um den Erddruck, sondern auch den gehörigen Widerstand gegen die Wirkung des Geschützes ndelt.

Man pflegt bei den letzterwähnten Profilen nicht leicht die gerfugen in ihrer ganzen Breite schräge durch die Mauern ndurchzuführen, wohl aber giebt man ihnen gewöhnlich zunächst r äussern Mauerfläche eine normal dagegen gerichtete Lage, d bricht sie alsdann in einiger Entfernung, so dass sie in die rizontale übergehen und die Hauptmasse der Mauer mit horintalen Fugen aufgeführt ist. Auf solche Art entsteht eine Verndung, die mit der Mauer nicht gehörig verbunden ist, und nn man gewöhnlichen Mörtel anwendet, so zieht sich das Wasser icht in die schräge abwärts geneigten Fugen hinein. Solche rblendungen sind daher sehr häufigen Reparaturen unterworfen, e den Verband noch mehr zu trennen pflegen, als es ursprüngh der Fall war. Hiernach rechtfertigt sich die Methode, die an bei schrägen Futtermauern in neuer Zeit oft anwendet; man acht nämlich durchweg horizontale Fugen. Bei Werkstücken t dieses keinen merklichen Uebelstand, indem man dieselben in r äussern Fläche schräge behauen kann; bei Ziegelmauern darf an aber eine solche Abschrägung der einzelnen Steine nicht rnehmen, ohne die Steine einem schnellen Verderben auszutzen. Dieselben sind nämlich in der dossirten Fläche, wo sie m Regen getroffen werden, schon weniger dauerhaft, als in nkrechten Mauern, wenn man sie aber durch die Bearbeitung s Kopfes noch der festen Brandkruste beraubt und sie ausserm noch durch die Hammerschläge mürbe macht, wodurch zum itstehen von vielfachen Rissen Veranlassung gegeben wird, so den sie durch Frost und Nässe noch um so viel mehr. Es eibt also nichts anderes übrig, als eine Lage gegen die andere rücktreten zu lassen, was bei der geringen Höhe der Steine

*) *Bélidor, la science des Ingénieurs.* Ausgabe von 1813. ite 81.

kaum nachtheilig sein kann. Wenn die Anlage der Mauer, wie bei dem Vauban'schen Profile ein Fünftheil beträgt, so tritt jede Schicht etwa um einen halben Zoll zurück, bei ein Zehntel aber nur um einen Viertel Zoll, was wohl nicht mehr als Uebelstand betrachtet werden kann. Dass die Steine auch in diesem Falle noch immer mehr von der Witterung leiden, als bei senkrechten Mauern, ist nicht in Abrede zu stellen: nichts desto weniger ist dieses die natürliche Folge der schrägen Mauerfläche, und es lässt sich, so lange man die letztere beibehält, nur durch vorzügliches Material und sorgfältige Unterhaltung vermeiden.

Bei den massiven Uferschälungen in Holland, die aus gebrannten Steinen ausgeführt sind, sieht man häufig sehr starke äussere Dossirungen, und man pflegt alsdann die Verkleidung, welche mit schrägen Fugen gemauert ist, durch Abtreppungen von dem eigentlichen Mauerkörper vollständig zu trennen, wie Fig. 48 auf Tafel XXVII. zeigt. Die Güte des Materials, sowohl in Bezug auf die Steine als den Mörtel und nicht minder die sorgfältige Unterhaltung trägt gewiss viel zur Dauer dieser Bauwerke bei. Wenn aber in der Verkleidung Beschädigungen vorkommen, so lassen sie sich leicht wieder herstellen, ohne dass man den Verband der innern Mauer berühren darf, auch wird bei dieser Anordnung dem tiefern Eindringen des Wassers vorgebeugt, falls einige schräge Fugen sich stark öffnen sollten. Die mitgetheilte Figur stellt eine Ufereinfassung von Rotterdam an der Maas dar.

Von den Strebepfeilern ist bereits die Rede gewesen; sie bilden eine vorzügliche Stütze für die Mauer, wenn sie mit derselben innig verbunden sind, und wenn der zwischen zwei Pfeilern liegende Theil der Mauer sich gleichfalls nicht trennen kann. Diese Bedingungen finden indess keineswegs immer statt, und sonach möchte es im Allgemeinen wohl vortheilhafter sein, die Anordnung so zu wählen, dass jeder Theil der Mauer schon an sich die nöthige Stabilität besitzt. Wenn in einer Mauer, die mit Strebepfeilern versehen ist, mit der Zeit der Verband sich zu lösen anfängt, so bemerkt man, wie die zwischen liegenden Theile in horizontalen Bögen sich ausbauchen, während da, wo die Strebepfeiler stehen, die Mauer ihre frühere Stellung beibehält. Nicht selten erfolgt auch eine förmliche Trennung der Mauer von den Strebepfeilern und dieses geschieht um so leichter, je schmäler

die Verbindungsfläche zwischen beiden ist. Man hat es zuweilen versucht, die Pfeiler in der Wurzel, oder an der Seite, wo sie aus der Mauer treten, schmäler zu machen, als an der hintern Seite, so dass sie einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt zeigen: dadurch wirkt ihre Masse zwar um so kräftiger auf die Stabilität der Mauer, aber alsdann wird auch die ebenerwähnte Gefahr um so grösser, und sie können leicht ihre ganze Wirksamkeit verlieren. Sehr angemessen ist daher die von Vauban gewählte Anordnung, wobei grade in entgegengesetzter Art die Wurzel eine grössere Breite erhält, als der übrige Theil des Pfeilers.

Die Erde, welche zwischen den Strebepfeilern sich befindet, wird durch die Reibung gegen die Seitenflächen derselben gehalten, und sie trägt also schon wesentlich zur Vermehrung der Stabilität bei; man hat es indessen verschiedentlich versucht, ihr Gewicht vollständig auf die Pfeiler überzutragen. Auf solche Art sind zuweilen Schälungsmauern gebildet, welche wegen der geringen Mauermasse auffallen. Ein Beispiel dieser Art zeigt die in Fig. 7 Taf. XXII. dargestellte Construction, welche in Bremen an der Weser einigemale vorkommt. Das Material ist der sehr feste Obernkirchner Sandstein, und diese Mauern haben etwa eine Höhe von 12 Fuss und ruhen auf einem Pfahlroste. Es wechseln dabei Läufer- und Binderschichten mit einander ab; die Binder füllen aber keineswegs die ganze Schicht, sondern es sind dazwischen Tafeln eingesetzt, welche das Durchfallen der Erde verhindern. Die Binder, welche die Pfeiler darstellen, sind länger als die Läufer breit sind, daher wird ihr hinteres Ende noch durch kurze Seitenstücke gestützt. Die Maasse ergeben sich aus der Figur 1, *b* stellt die Ansicht von vorn dar, *a* den Querschnitt durch die erwähnten Füllungen, und *c* desgleichen durch die Binder. Man bemerkt in *a*, wie die Hinterfüllungserde die Mauer belastet, und dadurch ihre Stabilität sichert. Eine andere Anordnung, die einen gleichen Zweck hat, wählte Gauthey bei Erbauung einer Kaimauer zu Châlons an der Saone; sie ist Fig. 8, *a* in der Ansicht von hinten und *b* im Querschnitte dargestellt *). Es sind nämlich zwischen je zwei Pfeilern drei Bögen übereinander ein-

*) *Gauthey, traité de la construction des ponts. I. pag.* 381.

gespannt, welche durch die Hinterfüllungserde belastet werden. Gauthey erwähnt, dass er hierbei mehr als ein Drittel der Mauermasse erspart habe und dass überdies hierdurch noch in dem Pfahlroste eine beträchtliche Ermässigung der Kosten eingeführt sei.

Bei dieser Gelegenheit wären auch die niedrigen Ufereinfassungen zu erwähnen, welche man in Holland häufig neben den Kanälen vor den Gärten sieht: sie bestehen aus Dachpfannen, die seitwärts in derselben Art, wie auf dem Dache, übereinander greifen und von denen eine Reihe senkrecht über der andern liegt. Die Stärke der Mauer kommt sonach mit der Länge der Dachpfanne überein, ihre Höhe beträgt aber ein bis zwei Fuss und die Erde, welche sich in die horizontalen Fugen hineinzieht, giebt eben diesem Bau die nöthige Stabilität.

Wenn eine Futtermauer rückwärts überhängt und sie sonach von den Strebepfeilern gestützt werden muss, so kann noch die Besorgniss entstehen, dass der zwischenliegende Theil der Mauer durchbiegen und sich rückwärts senken möchte. Bei der Einfassung der Georgesdocke zu Liverpool (Taf. XIV. Fig. 155) hat man in dieser Beziehung ein horizontales Gewölbe von einem Strebepfeiler zum andern gespannt, dessen Anfang in der Figur durch die punktirte Linie angedeutet ist. Einiger Maassen ähnlich ist auch die Kaimauer in Sherness angeordnet: der Boden war hier so locker, dass man selbst auf den Pfahlrost keine volle Mauer zu stellen wagte. Man gab daher der Mauer im Innern sehr bedeutende hohle Räume, die sowohl unten als auch vorn und hinten durch Gewölbe eingeschlossen wurden. Fig. 9 *a* zeigt den Querdurchschnitt, *b* den Längendurchschnitt und *c* den Grundriss, die Ausführung geschah mittelst der Taucherglocke, und die erwähnten hohlen Räume waren rings mit wasserdichtem Mauerwerk umgeben: man füllte sie nachher mit einem besonders leichten kreideartigen Kalksteine aus *).

Es ist bisher nur davon die Rede gewesen, dass die Strebepfeiler auf der innern Seite der Mauer angebracht sind, so dass sie von der Hinterfüllungserde verdeckt werden; es leuchtet indessen ein, dass sie zur Vermehrung der Stabilität in höherem

---

*) *Dupin, voyages dans la Grande Bretagne. Force Navale.* Paris 1824. II. p. 244.

ide beitragen, wenn sie auf der äussern Seite stehen, und
ses aus dem Grunde, weil bei einer eintretenden Drehung um
n äussern Rand die ganze volle Mauer sich heben müsste.
e Anordnung dieser Art vermeidet man gewöhnlich, weil die
sere Fläche der Mauer alsdann die grade Flucht verliert,
its desto weniger kommen doch zuweilen Fälle dieser Art, und
Beispiel davon giebt wieder die Einfassungsmauer in dem
schnitte bei Blisworth auf der London-Birminghamer Eisen-
, welcher Fig. 10 *a* und *b* dargestellt ist. *a* bezeichnet einen
rschnitt, und zwar auf der rechten Seite der Figur ist der-
durch einen Pfeiler und auf der linken durch die Mitte der
er zwischen zwei Pfeiler gezogen; *b* dagegen ist die Seiten-
cht einer Mauer von der Mitte des Einschnittes aus gesehen.
oben erwähnten Sickergräben, sowie auch die Ableitung des
gesammelten Wassers durch den überwölbten Kanal in der
e des Einschnittes ergiebt sich ohne weitere Erklärung aus der
r und es wäre hier nur zu erinnern, dass hier das Mauer-
übereinstimmend mit der von Brees gegebenen Zeichnung*)
etheilt ist, dass aber die dargestellte Lage der Mauerschichten
Verbindung der Mauer mit den Strebepfeilern unmöglich
ht: eine Anordnung, die gewiss nicht Nachahmung verdient.
Hölzerne Uferschälungen werden durch Erdanker gegen den
endruck der Erde gesichert, bei Futtermauern muss eine Ver-
erung dieser Art aber als unpassend angesehen werden, indem
weniger dauerhaft ist, als die Mauer selbst. Die von de Ces-
ausgeführte Kaimauer zu Rouen (Fig. 156, Taf. XIV.) er-
zwar auch hölzerne Erdanker, doch sollten diese nur so
e wirksam sein, bis die Erdschüttungen sich gehörig gesetzt
en würden; andrerseits erhält man zuweilen baufällige Mauern
einige Zeit durch Erdanker, wie ich dieses z. B. bei Briel
ehen habe, und es verdient erwähnt zu werden, dass man
ne Verankerungen, die jedoch gleichfalls von hölzernen Anker-
hlen ausgehen, in England nicht selten an den Umfassungs-
ern der Docks vorfindet, doch dienen sie häufig nicht zur
tze für die Mauern selbst, sondern sie stehn vielmehr mit den
iffsringen in Verbindung, so dass sie den von den letztern

*) *Railway practice* I. Taf. XXIII.

ausgehenden Zug auf das feste Erdreich hinter der Mauer übertragen.

Nach der vorstehenden Auseinandersetzung erscheint eine solche Anordnung der Futtermauer am solidesten, wobei das Profil an jeder Stelle hinreichend stark gewählt ist, um dem Erddrucke zu widerstehen: Strebepfeiler, sowie jede sonstige Befestigung werden dadurch entbehrlich. Ausserdem ist im Allgemeinen gewiss die lothrechte Aufführung der äussern Mauerfläche einer Dossirung vorzuziehn. Dagegen kann man ohne Nachtheil die innere Fläche dossiren, oder noch besser, sie mit Banketen versehn, wodurch eine starke Belastung der Mauer durch die Hinterfüllungserde veranlasst wird, welche wesentlich zur Vergrösserung der Stabilität beiträgt. Fig. 6 zeigt ein solches Profil, und dieses ist dasselbe, wonach man bei uns die Futtermauern aufzuführen pflegt. Die mittlere Stärke der Mauer beträgt gewöhnlich zwischen ein Viertel und ein Drittel, also durchschnittlich etwa zwei Siebentheile der Höhe. Je mehr das Hinterfüllungsmaterial zu Zeiten erweicht werden kann, um so grösser muss die Stärke angenommen werden. Dabei verdient noch Erwähnung, dass die Futtermauern in den Französischen Häfen nach der von Gayant gegebenen Zusammenstellung*), ohnerachtet sie nach aussen dossirt sind, dennoch über den dritten Theil und zuweilen nahe die Hälfte der Höhe zur mittleren Stärke erhalten haben.

§. 52.

Ausführung des Mauerwerks.

Bei Untersuchung der Festigkeit der Mauern (§. 50) sind bereits die Hauptregeln für die Darstellung eines guten Verbandes entwickelt und zugleich gezeigt worden, wie wichtig es sei, dass die verwendeten Steine ungefähr gleiche Dicke haben, wodurch die Veranlassung zum Entstehen von besonders schwachen Stellen in der Mauer sich am sichersten vermeiden lässt. Wenn jedoch eine Mauer aus Bruchsteinen oder Ziegeln mit Werkstücken verkleidet wird, so tritt die Besorgniss ein, dass unmittelbar hinter der Verkleidung, wo in allen Schichten Fuge auf Fuge trifft,

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1831. II. pag. 62.

eine Spaltung der ganzen Mauer erfolgen kann; es ist bereits erwähnt worden, wie man durch eine sorgfältige Auswahl der Steine und Anwendung eines guten Mörtels, so wie auch durch genaue Arbeit das ungleichmässige Setzen in diesem Falle verhindern kann. Nichts desto weniger pflegt man noch eine besondere Vorsicht anzuwenden, um die einzelnen Werkstücke mit inander zu verbinden, damit sie bei einem entstehenden Bruche icht zu weit von ihrer Stelle rücken können, und dasselbe wird ich nöthig, wenn die ganze Mauer zwar aus Werkstücken besteht, doch ihre geringe Breite oder besonders heftige Stösse durch ellenschlag oder Eis eine Trennung besorgen lassen.

Am einfachsten erfolgt eine solche Verbindung, wenn man e Binder, die eine mehr gesicherte Lage haben, in ihren Köpfen ch-schwalbenschwanzförmig bearbeitet, wie Fig. 11 zeigt. Es rden dadurch die zwischenliegenden Läufer am Herausfallen hindert. Die Fuge darf indessen nicht bis zur äussern Fläche hräge geführt werden, weil sonst eine scharfe Kante entstehen ürde, die leicht ausbrechen könnte. Andererseits wendet man erbei auch häufig metallne Klammern oder Anker an, und ar gewöhnlich eiserne, indem das Kupfer viel zu kostbar ist. eim Eisen muss jedoch die Veranlassung zum Rosten durchaus rmieden werden, denn dadurch vergrössert es sein Volum und rengt den Stein, wie dieses häufig bemerkt werden kann. Man legt die Oberfläche des Eisens mit einem für das Wasser unrchdringlichen Ueberzuge zu versehen, und zwar geschieht dieses wöhnlich, indem man es heiss mit Theer oder Leinöl bestreicht: sserdem aber muss noch das Eisen im Steine vergossen wern, was schon deshalb nöthig ist, um allen Spielraum zu entrnen und selbst die kleinern Bewegungen unmöglich zu machen. an bedient sich hierzu am vortheilhaftesten des Bleies, welches im Erkalten sich zusammenzieht und dadurch das Eisen fest nschliesst. Dasselbe wirkt überdies durchaus nicht nachtheilig f das Eisen ein, was der Schwefel thut, womit man gleichfalls weilen die Anker im Steine vergiesst. Wenn das Wasser im tzten Falle mit dem Eisen in Berührung treten kann, so beförert der Schwefel noch die Oxydation, und der erwähnte Bruch r Steine erfolgt um so schneller. Fig. 12 zeigt die gewöhnche Steinklammer und Fig. 13 eine Verankerung, welche

Fig. 7 beschrieben ist. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die Mauer hierdurch verstärkt wird, denn wenn auch eine Trennung zwischen beiden Mauermassen noch erfolgen sollte, so ist die äussere oder die Werksteinmauer mit vollständigen Strebepfeilern versehen, und sie wird daher nicht so leicht, wie früher einstürzen oder sich ausbauchen können.

Ferner ist es nothwendig, dass man den Werkstücken und zwar den Läufern ebensowohl wie den Bindern passende Dimensionen giebt, damit sie bei einer etwanigen ungleichmässigen Unterstützung, die sich nicht immer vermeiden lässt, nicht gleich brechen. Hiernach muss die Breite und noch mehr die Länge nicht unverhältnissmässig gross gegen die Höhe des Steines gewählt werden; Sganzin empfiehlt in dieser Hinsicht, den Werkstücken, wenn sie aus einer weichen Steinart bestehen, zur Länge nur die dreimalige und zur Breite nur die zweimalige Höhe zu geben, und selbst bei den festesten Steinen die Länge nie grösser als die fünfmalige Höhe, und ebenso die Breite nie grösser, als die dreimalige Höhe anzunehmen.

Der Grund, weshalb die Werkstücke der Gefahr eines Bruches viel mehr ausgesetzt sind, als die gebrannten Steine oder die Bruchsteine, ist allein darin zu suchen, dass bei ihnen die Fugen und namentlich die Lagerfugen viel weniger gleichmässig mit Mörtel angefüllt werden, als bei jenen. Dieses rührt theils daher, dass ihre Grösse ein leichtes und sichres Manöver beim Versetzen unmöglich macht, zum Theil aber geschieht es auch, weil man gemeinhin eine ganz besondere Vorsicht anwendet und oft anwenden muss, um ihnen eine bestimmte Höhenlage und Richtung zu geben. Der letzte Umstand hat häufig auf die Haltbarkeit von Werksteinmauern sehr nachtheilig eingewirkt, und er ist Veranlassung gewesen, dass man oft Methoden zum Versetzen wählt, die sich nur da rechtfertigen lassen, wo die Steine wenig belastet sind, oder ein Bruch gar nicht zu besorgen wäre, selbst wenn die Unterstützung nur einen kleinen Theil der Grundfläche treffen sollte. Hieher gehört namentlich das Vergiessen der Fugen; man bringt nämlich den Stein, ehe man den Mörtel anwendet, schon in die Lage, die er erhalten soll, und unterstützt ihn dabei durch hölzerne oder auch wohl durch eiserne Keile. Um nun den Mörtel in die Fugen zu bringen, ohne den Stein zu

entfernen, so verstopft man rings die Lager- und Stossfugen mit steifem Mörtel oder zuweilen auch mit Werg, und giesst alsdann den dünnen Mörtel hinein. Ob die Fugen dabei vollständig gefüllt werden, ist gemeinhin nicht mit Sicherheit wahrzunehmen, jedenfalls ist aber der dünnflüssige Mörtel, den man hierbei anwenden muss, einem besonders starken Schwinden beim Erhärten ausgesetzt, und wenn derselbe sich daher auch wirklich über die ganze Ausdehnung der Lagerfuge verbreitet, so trifft der Druck doch vorzugsweise immer nur die Punkte, die ursprünglich durch die Keile unterstützt waren. Wenn alsdann die Mauer höher heraufgeführt wird, und dadurch die Belastung zunimmt, so wird der Stein an denjenigen Stellen, wo er grade aufliegt, zerdrückt und es zeigen sich Risse im Bau. Häufig giebt man den Steinen auch dadurch eine sehr ungleichmässige Unterstützung, dass man sich bemüht, die Fugen von aussen möglichst fein erscheinen zu lassen, weshalb man nicht die ganze tragende Fläche, und (ebenso auch alle übrigen Flächen, welche eine der sichtbaren Fugen begrenzen) gleichmässig bearbeitet; vielmehr erstreckt sich die sorgfältige Bearbeitung nur 2 bis 4 Zolle weit von der äussern Fläche, und der ganze innere Theil ist viel roher gehalten, und mitunter sogar absichtlich hohl gemacht worden, um zu verhindern, dass hier keine Berührung stattfinde, weil dadurch der genaue Schluss der äussern Fuge leiden könnte. Wenn unter diesen Umständen der Mörtel eingegossen wird, und derselbe auch wirklich von Anfang die ganze Höhlung der Fuge in der Mitte des Steines füllen sollte, so wird doch nach dem Erhärten desselben wenigstens keine gleichmässige Vertheilung des Druckes eintreten können, und der Stein ist sonach der Gefahr ausgesetzt, an den äussern Kanten zu brechen, denn hier besitzt er an sich die geringste Festigkeit und gleichzeitig wird er daselbst am stärksten gepresst. Die vielen Risse, welche sich im Pantheon zu Paris zeigten, sind allein durch diese Art des Versetzens der Steine veranlasst.

Viel zweckmässiger, jedoch noch immer einigermaassen ähnlich, ist die folgende Methode, welche in Frankreich nicht ungewöhnlich ist. Der Stein wird nämlich auf hölzernen Keilen und mit ziemlich weiten Fugen versetzt; alsdann streicht man den steifen Mörtel, und zwar hydraulischen Mörtel, mit einer 2 Fuss langen Kelle ein, die an beiden schmalen Seiten mit langen und

grossen Zähnen, wie eine recht grobe Holzsäge versehen ist. Indem diese Zähne nach vorn gerichtet sind, so schieben sie den Mörtel vor sich in die Fuge hinein und man bemerkt sogar, wie derselbe auf der entgegengesetzten Seite herausquillt. Ist auf solche Art die Fuge vollständig gefüllt, so sucht man die Keile herauszuziehen, damit der Stein nur auf dem Mörtelbette ruht. Die erwähnte Kelle ist Fig. 17 dargestellt.

Man muss die Gleichmässigkeit der Unterstützung als den wichtigsten Zweck des Mörtels im Mauerwerke ansehen; bei den schlechteren Sorten der gebrannten Steine kann man häufig kaum 20 bis 30 Stück unmittelbar übereinander legen, ohne dass die unteren brechen, sobald aber die Fugen mit Mörtel gefüllt sind, ist das Gewicht von mehrern hundert Steinen nicht im Stande, die untern zu zerbrechen. Die Cohäsion des Mörtels ist im Allgemeinen von geringerer Bedeutung, und man sollte wohl jeden Bau so anordnen, dass seine Stabilität hiervon nicht abhängt. Die Anwendung des Mörtels wird sonach ziemlich zwecklos, wenn sie nicht in der Art erfolgt, dass eine möglichst gleichmässige Unterstützung wirklich erreicht wird: kann man letztere auf anderem Wege darstellen, so ist der Mörtel sehr entbehrlich. Beispiele liefern manche Ruinen aus dem Alterthume und namentlich aus der Kaiserzeit: so sind die Werkstücke im Amphitheater bei Trier mit der grössten Genauigkeit in den Lagerfugen und ebenso auch in den Stossfugen abgeschliffen, und sie berühren sich so scharf, dass die Fugen ganz geschlossen sind und kein Mörtel darin eingebracht werden durfte. In neuerer Zeit hat man zuweilen die Unebenheiten in der Oberfläche der Steine durch zwischengelegte Bleiplatten oder Bleikugeln auszufüllen gesucht: diese Methode erscheint insofern passend, als das Blei unter dem Drucke ausweicht und es sich in der Art vertheilt, dass es wirklich eine gleichmässige Unterstützung an allen Punkten darstellt. Es kann sich aber auch ereignen, dass es an einer Seite stärker herausgedrängt wird, als an der andern, wodurch die Fuge nicht gleiche Dicke behält und der obere Theil des Baues seitwärts ausweicht. Jedenfalls ist es als ein grosser Uebelstand zu betrachten, dass bei der spätern Zunahme des Druckes das Blei auch von Neuem in Bewegung kommt, und es wahrscheinlich selbst unter constantem Drucke eine sehr lange Zeit gebraucht, bevor es sich vollständig

ins Gleichgewicht gesetzt hat. Hiernach sind im Allgemeinen gewiss die gewöhnlichen Mörtelarten vorzuziehen, die in Kurzem erhärten und dadurch den darauf ruhenden Werkstücken eine unveränderte Lage sichern.

Die erwähnte gleichmässige Vertheilung des Druckes auf die ganze Basis des Steines lässt sich viel vollständiger erreichen, wenn man schon vor dem Versetzen das Mörtelbette in der Fuge darstellt: es geschieht dieses gewöhnlich, indem man zuerst den Stein auf sein Lager einpasst und durch untergesteckte Keile ihm diejenige Stellung giebt, die er erhalten soll. Alsdann hebt man ihn sorgfältig ab, ohne die Keile zu verrücken, und bereitet das Mörtelbette in derjenigen Höhe vor, welche durch die Keile bezeichnet wird. Die zu versetzenden Steine müssen, wie sich dieses von selbst versteht, gereinigt und benetzt sein, und für die Stossfugen wird der Mörtel gleichfalls an die senkrechte Seitenfläche der bereits versetzten Steine aufgetragen. Nunmehr wird der Stein wieder in das Lager gebracht, indem man ihn entweder von der Seite herüberkantet, wie dieses gewöhnlich geschieht, oder man setzt ihn durch ein Hebezeug sanft und regelmässig an seine Stelle. Das Letzte ist vorzuziehen, indem das Mörtelbette dabei am wenigsten in Unordnung kommt. Wie vorsichtig man indessen auch immer in der Bereitung des Mörtelbettes gewesen ist, so darf man doch nicht voraussetzen, dass dieses sich gleich von selbst in allen Theilen an den Stein anschliesst, und es bleibt sonach immer sehr vortheilhaft, dass man noch eine Operation vornimmt, die mit dem Eindrücken oder Einschlagen der gebrannten Steine übereinkommt, wodurch eben die vollständige Umschliessung mit Mörtel erreicht wird. Es lässt sich dieses bei Werkstücken gleichfalls bewirken, und es geschieht auch in der That nicht selten, doch ist es schwer, dabei noch immer ganz sicher die beabsichtigte Lage zu erhalten, oder man muss sich darauf gefasst machen, dass man vielleicht den Stein nochmals abheben und das Mörtelbette verändern muss. Am besten ist es, den Mörtel in einer etwas grössern Stärke aufzutragen, als die Keile bezeichnen, und nachdem der Stein versetzt ist und die Keile herausgenommen sind, durch hölzerne Schlägel oder durch Handrammen den Stein soweit herabzutreiben, bis die Fuge sich auf die beabsichtigte Stärke reducirt hat.

Wenn der Bau nur eine einfache Mauerfläche bilden soll, wie dieses bei Wasserbauwerken und namentlich bei Kaimauern der gewöhnliche Fall ist, so kommt es gar nicht darauf an, dass die einzelnen Werkstücke eine vorher bestimmte Lage ganz genau einnehmen, und man kann sie in das Mörtelbette so weit eintreiben, bis der Mörtel reichlich von den Seiten herausquillt und sie recht fest darin gelagert sind. Alsdann ist die Anwendung der Keile auch überflüssig und es lässt sich noch immer ein regelmässiges Werk darstellen, wenn man die Steine auf der vordern oder äussern und ebenso auch auf ihrer obern Fläche erst nach dem Versetzen vollständig bearbeitet. Man darf sonach auf kleine Abweichungen von der äussern Flucht der Mauer und von der bestimmten Höhe der Steinschicht gar nicht Rücksicht nehmen, sobald aber mehrere Steine einer Schicht auf die beschriebene Art versetzt sind und sie eine recht feste und gehörig unterstützte Lage angenommen haben, alsdann behaut und ebnet man erst im Zusammenhange ihre äussere Fläche und ebenso auch die obere, worauf sich die Lagerfuge für die nächste Schicht bildet. Dieses Verfahren ist in neuerer Zeit in Frankreich für die grösseren Wasserbauwerke allgemein eingeführt*), und es ist nicht zu bezweifeln, dass dadurch die Werkstücke ebenso sicher versetzt werden können, wie gebrannte Steine oder kleinere lagerhafte Bruchsteine. Eine Verzapfung oder ein künstlicher Fugenschnitt ist alsdann eben so wenig erforderlich, wie eine Verankerung, um das Herausfallen der Steine zu verhindern. Man giebt dabei dem Mörtelbette eine Stärke von etwa 8 Linien, die sich beim Einrammen oder Einschlagen der Steine auf einen halben Zoll zu reduciren pflegt: es muss aber bemerkt werden, dass man die Schläge so führt, dass auch die Stossfugen einigermaassen comprimirt werden.

Es ergiebt sich aus der vorstehenden Beschreibung, dass das Versetzen der Werkstücke im Mörtelbette sich am sichersten ausführen lässt, wenn die Steine möglichst **frei** liegen, und dass es dagegen bei einer vollen Mauer mit grössern Schwierigkeiten verbunden ist, wo man die Lagerfuge nicht von mehreren Seiten

---

*) *Sganzin programme I. p.* 114.

beobachten kann. Hierdurch begründet es sich, dass grosse Mauermassen keineswegs eine Tragfähigkeit besitzen, die ihrem Querschnitte entspricht, und sonach wird die Mauer auch nicht geschwächt, wenn man sie durch hohle Räume unterbricht, und eben dadurch die Gelegenheit herbeiführt, dass jeder einzelne Stein mit aller möglichen Sorgfalt versetzt werden kann. Dieses Verfahren kommt bei Kaimauern zwar nicht vor, wo die grosse Masse nothwendig ist, damit der Seitendruck der Erde aufgehoben wird, dagegen hat man es bei andern Constructionen und namentlich bei der Uebermaurung und Hintermaurung der Brückenbögen, auch wohl bei Brückenpfeilern in der neuesten Zeit in England sehr vielfach angewendet. Vorzüglich war Telford bemüht, die grossen Mauermassen zu vermeiden, und unter seinen Werken zeichnet sich in dieser Beziehung der Brückenkanal bei Pont-y-cysylte aus, wo die 121 Fuss hohen Pfeiler nur aus einer 2 Fuss starken Schaale bestehen und im Innern hohl gelassen sind. Zur Darstellung eines guten Mauerwerks ist es nach Telford's Ansicht nothwendig, dass nicht nur der Maurer, sondern auch der Bauaufseher die Fuge von allen Seiten genau untersuchen kann, und nur diejenigen Steine hielt er für fest gebettet, bei denen dieses möglich war. Die Ausfüllung im Innern lässt keine so gute Arbeit und noch weniger eine genaue Controlle zu, man kann sich daher keineswegs auf sie verlassen.

Wenn man die Werkstücke mittelst Brechstangen von der Seite auf das vorbereitete Mörtelbette hebt, oder sie durch Ueberkanten darauf bringt, so kann es nicht fehlen, dass dieses Bette dadurch in Unordnung kommt, und ausserdem ist ein solches Verfahren auch mühsam, und wenn die Steine bereits vollständig bearbeitet sind, für diese leicht nachtheilig. Weit zweckmässiger ist es, die Steine mit einem Hebezeuge zu fassen und sie gleich in der Richtung und Lage, die sie behalten sollen, an ihre Stelle zu versetzen: man vermeidet dadurch, dass nicht einzelne Theile des Bettes unverhältnissmässig stark gepresst werden und auf solche Art die nöthige Stärke verlieren, und überdiess wird die ganze Arbeit dadurch viel leichter und lässt sich mit grösserer Sorgfalt ausführen. Es sind hierbei zwei verschiedene Gegenstände zu betrachten, nämlich einmal die Vorrichtung zum Fassen des Steines, und sodann das eigentliche Hebezeug.

Jeder bearbeitete Baustein lässt sich durch Taue so fassen, dass er in jeder beliebigen Richtung schwebt: am einfachsten dient dazu die sogenannte **Stroppe** oder das Kranztau, welches in der Art umgeschlungen wird, wie Fig. 22 zeigt. Diese Einrichtung ist es, womit Perronet die Werkstücke bei seinen Brückenbauten versetzen liess. Beim Gebrauche derselben tritt indessen der Uebelstand ein, dass der Stein auf dem Tau stehen bleibt und man muss ihn daher, nachdem er vom Hebezeuge gelöst ist, noch durch Brechstangen etwas lüften, damit dieses Tau herausgezogen werden kann. Vortheilhafter sind solche Einrichtungen, welche es erlauben, die ganze Operation mit dem Hebezeuge zu vollenden und den Stein ohne anderweitige Nachhülfe unmittelbar auf das Mörtelbette zu versetzen. Dieses geschieht zum Theil schon mittelst **Zangen**, doch wird dabei vorausgesetzt, dass zwei gegenüberstehende Seitenflächen des Steines freibleiben müssen, was nicht immer der Fall ist. Ueberdiess ist die Zange bei grossen Steinen wegen ihres eigenen Gewichtes sehr unbequem und sie wird daher gewöhnlich nur zum Heben von rohen Steinen, wie solche etwa bei Steinschüttungen vorkommen, gebraucht. Es wird sonach ihre Beschreibung erst später die passende Stelle finden. Zum Versetzen von Werkstücken eignet sich dagegen ganz besonders die **Steinklaue**, auch der **Wolf** genannt: dieselbe fasst den Stein nur in seiner Oberfläche, sie hindert daher nicht die unmittelbare Berührung desselben in der Lagerfuge, noch auch in den sämmtlichen Stossfugen ringsumher. Damit sie aber den Stein gehörig hält und derselbe diejenige Lage annimmt, worin er versetzt werden soll, so muss sie an der passenden Stelle angebracht sein, denn der Stein wird immer so schweben, dass die Verbindungslinie zwischen dem Aufhängepunkte und dem Schwerpunkte die Richtung des Lothes darstellt. Häufig und namentlich bei grossen Steinen wendet man gleichzeitig mehrere Steinklauen an: beträgt die Anzahl derselben aber drei, so ist es besonders leicht, die passende Neigung dem Steine zu geben, und man hat nur dafür zu sorgen, dass die Vertikale durch den Schwerpunkt zwischen die drei Aufhängepunkte trifft. Die Löcher, in welche die Steinklaue eingreift, sind bei kleinen Steinen nur wenige Zolle tief, bei schweren und bei spröden Steinen muss man ihnen aber eine Tiefe von 6 bis 9 Zoll geben, weil sonst die Ränder zu leicht

ausspringen. Die schrägen Flächen in dem Loche, wogegen die Backen der Klaue sich lehnen, müssen aus demselben Grunde möglichst eben oder cylindrisch geformt sein, jenachdem die Krampe ebene oder cylindrische Backenstücke hat. Finden sich dabei Unebenheiten vor, oder ist der Stein sehr spröde, so lässt sich das Ausspringen noch dadurch vermeiden, dass man, nachdem die Klaue eingesetzt ist, feinen und zwar ganz trocknen Sand hineinstreut, wodurch die Zwischenräume angefüllt werden, so dass nunmehr die vollen Flächen zum Tragen kommen.

Fig. 18 zeigt eine sehr einfache Steinklaue, die man nicht selten anwendet: sie besteht aus 2 Stücken, nämlich einem keilförmigen und einem prismatischen. Das erste, welches nach der Figur an einer Kette hängt und mit dem Hebezeuge verbunden ist, setzt man zuerst in das Loch, alsdann schiebt man daneben das prismatische Stück oder den Schlüssel ein. Bei dem eintretenden verticalen Zuge der Kette lehnt sich der Keil scharf gegen die schräge Fläche des Loches, so dass der Stein auf diese Art gehoben werden kann. Ist der Stein aber auf der passenden Stelle versetzt worden, so darf man nur den Schlüssel herausziehen, alsdann lässt sich auch der Keil leicht entfernen. Mittelst dieser Klaue versetzte Telford bei dem Hafendamme von Inverness die Werkstücke unter Wasser, und indem an dem Schlüssel eine Leine befestigt war, wie die Figur zeigt, so wurde es möglich, den Keil von oben zu lösen. *)

Sehr ähnlich ist die in Fig. 19 dargestellte Steinklaue. Diese wird noch häufiger als jene angewendet, und sie verdient vor ihr auch insofern den Vorzug, als der Druck sich gleichmässiger auf beide gegenüberstehende schräge Flächen des Loches vertheilt. Ihre Zusammensetzung geht aus der Zeichnung hervor: *a* zeigt sie in ihrer Verbindung von der Seite, *b* von vorn, *c* ist die vordere Ansicht eines der beiden Keile oder Backenstücke und *d* die des Schlüssels, der zwischen beide Keile gesteckt wird. Nachdem diese drei Theile eingestellt sind, legt man den Bügel darüber, woran die Kette des Hebezeuges befestigt wird, und endlich verbindet man Alles mit einem Durchsteckbolzen, welcher der Sicherheit wegen noch mit einem Splinte versehen wird.

---

*) *Theorie, practice and architecture of Bridges.* Heft IV. *p.* 18.

Fig. 21 ist eine Steinklaue, die man zuweilen in England anwendet: sie besteht aus zwei Armen, die zuweilen durch eine Achse zu einer vollständigen Scheere verbunden sind, oder sie werden, wie hier angegeben ist, nur lose nebeneinander eingestellt. Sobald man die obern Arme zusammenbringt und die Schleife am Tau des Hebezeuges anzieht, so können die untern Arme sich aus dem Lothe im Steine nicht lösen und letzterer wird daran gehoben. Hiermit stimmt auch im Wesentlichen die Fig. 20 gezeichnete Klaue überein, welche J. Neville angegeben hat. Die beiden Arme sind hier bogenförmig gestaltet, und indem sie in dem Stege stecken, den Fig. 20 *d* in der Ansicht von oben zeigt, so werden sie im obern Theile während des Zuges zusammengedrückt, und sonach pressen sie unten seitwärts gegen den Stein (Fig. *b*), sobald man aber den Bügel zurückschlägt und den einen Arm an der daran befestigten Leine heraufzieht, wie dies Fig. *c* zeigt, so wird die Klaue frei. Auf solche Art soll man damit auch unter Wasser Steine versetzen können. *)

Bei Anwendung aller hier beschriebenen Steinklauen ist man gezwungen, in der Oberfläche des Steines das Loch zum Einsetzen der Krampe einzuhauen. Dieser Umstand ist in Bezug auf die Festigkeit des Mauerwerks ohne Nachtheil, indem die tragenden Flächen dabei nur unmerklich verkleinert werden. Dieses Loch gewährt auch noch den Vortheil, dass man die fliegenden leichten Gerüste zum Ausfugen und vielleicht zum Nacharbeiten der äussern Mauerfläche mit Leichtigkeit und voller Sicherheit überall befestigen kann. Fig. 49 Taf. XXVII. zeigt die Anordnung, die zu diesem Zwecke beim Bau der Kaimauer am Mersey unterhalb Liverpool getroffen war. Ein starker eiserner Dorn, etwa einen Fuss lang und oben mit einem Querarme versehen, den man bei *a* von vorn sieht, wird in das Loch der Steinklaue eingesetzt und mit Holzkeilen befestigt, und hieran bindet man die Taue oder Ketten des fliegenden Gerüstes.

In der obern Steinschicht oder der Deckschicht mag man indessen des bessern Ansehns wegen die Anbringung der Löcher gern vermeiden, die, wenn sie auch mit Mörtel gefüllt werden, sich doch immer unangenehm zu erkennen geben. Zu diesem

---

*) *The civil engineer and architect's Journal.* 1840. *p.* 273.

Zwecke werden die hierzu bestimmten Steine in der Art bearbeitet und gehoben, wie Fig. 50 zeigt. Es werden nämlich an denjenigen gegenüberstehenden Seiten des Steines, welche quer gegen die Richtung der Mauer treffen, prismatische Nischen, deren Basis ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck bildet, eingehauen. Etwa 2 Zoll über ihrem Boden, und jedenfalls über dem Schwerpunkte des Steines, wird in der Längenrichtung der Mauer ein Loch von 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser gebohrt und in dieses jedesmal ein passender Bolzen gesteckt. Die Kette, womit der Stein gehoben wird, spaltet sich in zwei gleich lange Arme, die an ihren Enden mit passenden Ringen versehen sind. Wenn letztere auf die vorstehenden Enden der Bolzen gezogen werden, so lässt sich der Stein bequem heben und auch dicht schliessend gegen andere Steine versetzen. Die nächsten Steine müssen aber mit gleichen Nischen versehen sein, die sich gegenseitig zu quadratischen Räumen ergänzen. Hierdurch wird es möglich, die erwähnten Bolzen nachher wieder herauszunehmen, und ein Steinwürfel von 8 bis 10 Zoll Seite, der gemeinhin von etwas dunkler Farbe ist, wird als Dübel in der Oeffnung versetzt und bildet auf diese Art noch einen guten Verband zwischen den einzelnen Steinen, wie Fig 51 zeigt.

Zum Heben und Versetzen der Steine kann man sich in vielen Fällen schon mit Vortheil des dreibeinigen Bockes bedienen (vergl. Fig. 7. Taf. 1.), indem man einen solchen über dem Lager aufstellt und den obern Kloben eines Flaschenzuges daran befestigt. Es tritt alsdann freilich die Schwierigkeit ein, dass der Aufhängepunkt sich nicht horizontal verstellen lässt und man dem Steine die nöthige Seitenbewegung auf andere Art, also etwa durch ein Stopftau, ertheilen muss: nichts desto weniger hat diese Vorrichtung immer den Vorzug einer grossen Einfachheit, und man wird sie also mit Vortheil benutzen können, wenn die Operation nicht häufig vorkommt und sonach die Anschaffung von Krahnen sich nicht rechtfertigen würde. Es verdient hier bemerkt zu werden, dass man die Wirksamkeit eines Flaschenzuges durch die Verbindung mit einem dritten und zwar einem einscheibigen Blocke leicht verdoppeln kann, und dabei noch den Vortheil erreicht, dass man weniger Tauwerk braucht. Diese Verbindung, welche auf den Seeschiffen sehr häufig vorkommt, und der Mantel

genannt wird, ist Fig. 22 dargestellt. Sie bedarf keiner näheren Beschreibung, und man überzeugt sich leicht, dass das Verhältniss zwischen Zug und Last sich so herausstellt, als wenn man einen Flaschenzug angewendet hätte, bei dem die Anzahl der Scheiben noch einmal so gross wäre.

Ein sehr brauchbares und leicht darzustellendes Hebezeug bildet der Ladebaum, man versteht darunter einen schräge gestellten Baum, der am obern Ende einen Flaschenzug trägt. Wird derselbe von einem andern senkrecht eingegrabenen und gehörig befestigten Baume gehalten, so lässt er sich mit der daran hängenden Last leicht im Kreise bewegen, und wenn man ihn dabei noch an den letzten Baum heranziehen, oder ihn von demselben weiter entfernen kann, so wird es möglich, die gehobene Last über jeden beliebigen Punkt der vom Ladebaum umfassten Fläche zu bringen, und sonach kann man damit Steine sehr genau in das für sie bestimmte Lager versetzen. Fig 23 Taf. XXIII. zeigt einen solchen Ladebaum, wie er theils auf Baustellen zu dem in Rede stehenden Zwecke errichtet wird, und wie man ihn andrerseits auch zum Verladen von Gütern als Krahn benutzt. Nothwendig ist es, dass man für die gehörige Befestigung des senkrechten Baumes sorgt. Dieses geschieht entweder mittelst Kopftauen, die in der dem Ladebaum entgegengesetzten Richtung angebracht sein müssen, oder auch durch schräge Latten, wie dieses in der Figur angenommen ist: letztere haben noch den Vorzug, dass sie nicht nur dem Zuge, sondern innerhalb gewisser Grenzen auch dem Drucke widerstehen, und sonach darf der Ladebaum einen grössern Bogen in diesem Falle beschreiben, als wenn man Kopftaue angewendet hätte. Der Ladebaum ist durch ein Charnier mit einem senkrechten Zapfen verbunden: er dreht sich also horizontal um den letzteren, und zugleich lässt sich sein oberes Ende dem festen Baume beliebig nähern: ein Flaschenzug dient zu dem letzten Zwecke und an einem zweiten wird die Last gehoben und gesenkt.

Beim Bau des Leuchtthurmes zu Bell-Rock wurde ein Ladebaum benutzt, der im Gebrauche zwar bequem war, aber dafür auch viel complicirter ist: Fig. 24 stellt denselben dar. Der senkrechte Baum war nicht mehr in den Boden eingegraben, sondern er liess sich drehen und bildete selbst die Drehungsachse. Er war

zu diesem Zwecke oben und unten mit Zapfen versehen, und der erste von diesen wurde von einer eisernen Scheibe als Halsband umfasst, die selbst durch drei Kopftaue in ihrer Stelle gehalten wurde. So war es möglich, dass die an dem Ladebaum hängende Last an jede beliebige Seite der Achse gebracht werden konnte. An der Achse waren zwei Windevorrichtungen, aus Rad und Getriebe bestehend, angebracht: die eine davon diente zum Heben und Senken der Last, und die andere dazu, die letzte der verticalen Achse zu nähern oder zu entfernen. Um diese beiden Theile deutlicher darzustellen, ist die Figur so gezeichnet, dass die erste Winde eine Kette und die letzte ein Tau anzieht; in der Wirklichkeit wurden 2 Ketten benutzt. Die Kette, welche die Last hebt, geht über eine Scheibe am obern Ende des Ladebaumes: hätte man sie von hier unmittelbar über die Scheibe geführt, die an der Achse und zwar in gleicher Entfernung angebracht ist, so würde der Ladebaum jedesmal von selbst gegen die Achse schlagen, sobald er unter einem Winkel von weniger als 60 Graden gegen das Loth geneigt gewesen wäre, und dieser Umstand würde den Gebrauch der Maschine nicht nur sehr beschränken, sondern auch gefährlich machen. Dieses ist der Grund, weshalb man die Kette noch über eine lose Scheibe geführt hat, die beliebig höher oder niedriger gestellt werden kann. Bei einer gewissen Stellung der letzten Scheibe, welche vom Einziehen der betreffenden Kette abhängt, wird es möglich, den Ladebaum steiler oder flacher zu stellen, ohne dass die daran hängende Last sich merklich hebt oder senkt, und sonach erfolgt die gewünschte horizontale Bewegung der Last nach der Achse hin ohne bedeutende Kraftanstrengung.

Der zweibeinige Bock wird sehr häufig zum Heben von Lasten benutzt, und nicht selten bedient man sich seiner auch zum Versetzen der Werkstücke: besonders geschieht dieses in Frankreich. Indem die zwei Bäume mit einander gehörig verbunden sind, so lässt sich die Windevorrichtung daran gehörig befestigen, und diese besteht häufig nur in einer einfachen horizontalen Welle, welche durch eingesteckte Hebel gedreht wird, wie Fig. 25 zeigt. Die Hebel dienen dabei zugleich als Sperrhaken, indem man sie gegen den Riegel lehnt, der sich oberhalb der Winde befindet. Die Scheibe, um welche das Tau geführt wird, ist zwischen den beiden Bäumen, wo dieselben zusammenstossen, eingelassen.

Andrerseits aber hat man hierbei auch das Rad mit Get
gewendet, welches letztere durch Kurbeln an beiden Seite
wird, wobei auch ein Sperrrad mit Haken angebracht
pflegt. Die untern Enden der Bäume, welche den Fuss de
bilden, sind mit eisernen Spitzen versehen, damit sie b
schrägen Stande nicht gleiten, und gewöhnlich stellt ma
eine untergelegte Schwelle, um das Einsinken in den I
verhindern. Der Bock muss ausserdem noch eine Unte
erhalten, weil er sonst in der Richtung, welche die
senkrecht trifft, umfallen würde. Dieses kann wieder ein
Baum sein, wodurch der Apparat sich in einen dreibeini
verwandelt; man kann auch zwei zweibeinige Böcke gegen
stellen, was z. B. Régemortes that, wobei sich beide W
richtungen gleichzeitig benutzen lassen und dadurch das
der Steine beschleunigt wird. Wählt man aber zur Unte
des Bockes das Kopftau, wie Fig. 25, *a* in der Seitenansi
so erreicht man den Vortheil, dass man durch Anzi
Nachlassen dieses Taues die gehobene Last der Schwell
oder davon entfernen kann. Es ist dabei aber die Vo
beachten, dass man den Bock nicht nahe senkrecht ste
weil sonst die Gefahr eintritt, dass er rückwärts un
möchte, und deshalb ist es räthlich, ihn mit zwei Kopf
versehen, von denen das eine nach vorn und das and
hinten geführt ist. Endlich ist hier noch zu erwähnen,
in neuerer Zeit zuweilen statt der Schwelle auch einen
Strang einer Eisenbahn anbringt, und in diesem Falle
der Bäume mit gusseisernen Rollen versieht, die auf die
stehen. Alsdann kann man den Bock leichter verstelle
gehobene Last nicht nur vor- und rückwärts, sondern
gewisser Grenzen auch seitwärts bewegen.

Besonders häufig werden ebensowohl zum Versetzen d
stücke, wie auch beim sonstigen Heben von Lasten di
lichen Krahne benutzt. Um eine lothrechte Achse läss
Ausleger drehen, an dessen äusserem Ende die La
Letztere wird bei der Bewegung des Auslegers weder
noch gesenkt, und sonach erfolgt diese Bewegung, o
eine grosse Kraft dazu erforderlich wäre. Die Last rü
nur in einer Kreislinie fort, und sie lässt sich daher ke

an jede beliebige Stelle bringen, was beim Versetzen von Werkstücken immer sehr wünschenswerth ist. Einen sehr einfachen Krahn oder Ladebaum, wie er sich auf jeder Baustelle leicht einrichten lässt, und wie ich ihn in England mehrmals und selbst zum Heben grosser Steinblöcke benutzen sah, zeigt Fig. 52 Taf. XXVII. Ein Baum, der die verticale Drehungsachse bildet, ist in den Boden eingegraben und wird rückwärts und nach einer Seite durch 2 Kopftaue gehalten: unten trägt er einen aufwärts gekehrten starken Haken, der eine Oese am untern Ende des Ladebaums oder des Auslegers trägt. Der Ausleger ist oben mit einem Schlitze versehen, worin eine Scheibe läuft, und darüber wird er durch ein Tau oder auch wohl eine Eisenstange gegen den verticalen Baum gehalten. An letzterem befindet sich unten die zweite Scheibe; von dieser würde das Tau bei jedem Zurückdrehen des Auslegers herabfallen, wenn nicht an einer Seite ein starker Klotz als Backe davor genagelt wäre. Diese Sicherung findet aber nur auf einer Seite statt, und daher darf auch nur in dieser Richtung die Drehung des Auslegers erfolgen. Die beschriebene Einrichtung ist gewiss sehr mangelhaft, aber sie empfiehlt sich durch ihre Wohlfeilheit, sowie auch durch die Leichtigkeit, womit der Apparat sich aufstellen lässt. Das Tau wird endlich durch die gewöhnliche eiserne Winde angezogen, und in Ermangelung derselben könnte man sich sehr bequem auch der hölzernen Erdwinde bedienen.

Fig. 53 zeigt einen sehr brauchbaren und kräftigen Krahn, der häufig vorkommt: seine Aufstellung erfordert aber ganz besondere Einrichtungen, indem der untere Theil der Wendesäule in der Kaimauer eingelassen und in einer Pfanne aufstehen muss; ausserdem wird dieselbe Säule in ihrer Mitte durch ein gut schliessendes Halsband umfasst, und eine sehr kräftige Unterstützung erhält der Krahn noch durch das gusseiserne Rad, welches sich beim Schwingen der gehobenen Last auf einer horizontalen kreisförmigen, in der Deckschicht eingelassenen Eisenbahn bewegt. Gewöhnlich befindet sich am hintern Ende dieses Krahns die Winde nebst Rad und Getriebe, von denen das Letztere mittelst zwei Kurbeln gedreht wird. In Sunderland hatte man jedoch behufs des Löschens der Werkstücke die Einrichtung getroffen, dass sich auch die Kraft der daneben stehenden Dampfmaschine

zum Betriebe dieses Krahns anwenden liess; zu diesem Zwecke führte man die Kette unter der letzten verticalen Leitrolle zwischen den beiden horizontalen Leitscheiben (Fig. *c*) hindurch: diese befinden sich grade in der Drehungsachse des Krahns, und so lässt sich die gehobene Last seitwärts bewegen, ohne dass sie dabei merklich gehoben oder gesenkt würde.

Man hat bei den Krahnen vielfach noch die Abänderung getroffen, dass der Aufhängepunkt oder die Scheibe nicht unveränderlich fest am Ausleger angebracht ist, sondern sich gleichfalls verstellen lässt. Auf solche Art ist man ebenso, wie bei den Ladebäumen (Fig. 23 und 24), auch mittelst des Krahnes im Stande, innerhalb der durch den Ausleger umfassten Fläche jeden einzelnen Punkt zu treffen. Einige dieser Vorrichtungen, die namentlich beim Versetzen von Werkstücken benutzt sind, sollen hier noch beschrieben werden.

Fig. 26 zeigt den transportablen Krahn mit zwei Auslegern, dessen sich Telford beim Bau des Hafendammes zu Aberdeen bediente. *) Die Zusammensetzung desselben ergiebt sich aus den Figuren; *a* ist die Ansicht von vorn, *b* von der Seite und *c* von oben. Er ruht auf vier kleinen Rädern, die theils unter der vordern und theils unter der hintern Schwelle angebracht sind, und welche auf hölzernen Unterlagen sich bewegen, so dass der Krahn weiter geschoben werden kann. Gleichzeitig sind an jeder Seite Eisenbahnen angebracht, die jedem von den beiden Auslegern die Werkstücke zuführen, womit der Hafendamm verkleidet wurde. Im Innern bestand der Damm aus rohen Steinen, welche von den Schiffen aus aufgebracht wurden. Senkrecht stehende Ständer sind bei diesem Krahne mit den Auslegern verbunden, und an denselben befindet sich das Rad nebst Getriebe und der ganzen Windevorrichtung, womit die Steine von dem Eisenbahnwagen gehoben und auf der passenden Stelle herabgelassen werden. Die Windevorrichtung nebst der Kette ist, um die einzelnen Theile deutlicher zu zeigen, nur an dem einen Ausleger dargestellt. Dabei muss aber noch besonders auf die Befestigung der Scheibe am Ausleger aufmerksam gemacht werden: Telford beschreibt dieselbe

*) *Life of Telford p.* 131.

cht näher, doch ergiebt sie sich ziemlich klar aus den Zeichngen. Diese Scheibe läuft nämlich nicht in Pfannen, die unittelbar am Ausleger befestigt sind, vielmehr sind dieselben an ier gusseisernen Platte angebracht, welche mittelst zweier Rollen h auf der geneigten Oberfläche des Auslegers leicht bewegen d die daher ohne sonstige Unterstützung von selbst nach der rticalen Drehungsachse hinrollen würden. Um dieses zu verndern, und um die Scheiben nach dem jedesmaligen Erfordernisse eine bestimmte Stelle zu bringen, dient eine zweite feste Rolle Ende des Auslegers; um die letzte ist nämlich ein Tau gehlungen, welches die erwähnte gusseiserne Platte nebst der ersten cheibe hält, und das andere Ende des Taues ist herabgezogen, dass man es am Fusse der Drehungsachse befestigen und willührlich anziehen oder nachlassen kann. Endlich ist noch die elastung des hintern Theiles des Krahnes zu erwähnen, wodurch n Umfallen desselben, wenn grade schwere Steine im Ausleger ängen, verhindert wird. Bei diesem Bau wurden Steine, die 00 bis 600 Centner wogen, versetzt, doch scheint es nach der eschreibung, dass die allerschwersten derselben von Fahrzeugen us und nicht durch die beschriebene Maschine gehoben wurden.

Auf eine eigenthümliche Art hat Telford noch beim Bau der chleusen am Caledonischen Kanal eine Veränderung des Aufängepunktes der Last unter dem Ausleger des Krahns dargestellt. ig. 27 auf Taf. XXIV. zeigt diese Anordnung: der Krahn beteht dabei nur aus einem Ausleger, und die Drehsäule desselben, e etwa 45 Fuss hoch ist, wird in ihrer senkrechten Stellung urch Kopftaue gehalten. Am Ausleger ist ausser der Rolle, orüber das Haupttau gezogen ist, in der Nähe der Drehsäule ch ein Flaschenzug befestigt, und jenachdem man das erste Tau er die durch den Flaschenzug geschorne Leine mehr anzieht, entfernt oder nähert sich der gehobene Stein auch der Drehungshse. Hiermit hängt eine Anordnung zusammen, die man nicht wohl beim Versetzen von Werkstücken, als vielmehr beim Aufellen von hölzernen Brücken, Lehrbogen u. dergl. zu benutzen legt. Sie besteht darin, dass einzelne Bäume senkrecht aufstellt sind und durch Kopftaue gehalten werden. An ihren ern Enden sind Flaschenzüge befestigt, die gemeinschaftlich das hebende Verbandstück fassen, und sonach Gelegenheit geben,

letzteres an einer willkührlichen Stelle zwischen den Aufhängepunkten schwebend zu erhalten.

Durch die meisten der beschriebenen Hebezeuge kann man das zu versetzende Werkstück in einer Kreislinie horizontal bewegen, und indem mehrfach noch die Anordnung dabei getroffen ist, den Aufhängepunkt gegen die Drehungsachse des Auslegers zu nähern, oder davon zu entfernen, so lässt sich die Last auch genau an diejenige Stelle bringen, wo man sie herablassen will. Diese Bewegung nach der Drehungsachse erfolgt indessen gemeinhin nicht horizontal, sondern schräge aufwärts oder abwärts, und es ist sonach zu ihrer Darstellung ein grösserer Kraftaufwand erforderlich, als wenn die Höhe des Schwerpunktes unverändert bliebe. Durch besondere Anordnung des Krahns lässt sich dieses freilich vermeiden, indem man entweder dem Ausleger eine horizontale Bahn giebt, worauf der Aufhängepunkt sich verstellen lässt, ohne dass das Tau, woran die Last hängt, sich dabei verlängert oder verkürzt. Dieses lässt sich am leichtesten erreichen, wenn man die ganze Windevorrichtung unmittelbar auf die Bahn des Auslegers stellt. Andrerseits gelangt man zu demselben Ziele, wenn man einen zweiten Ausleger am Ende des ersten befestigt, der sich gleichfalls um eine verticale Achse dreht. Dieses kommt in der That bei manchen Vorrichtungen in den mechanischen Werkstätten vor. Bei den eigentlichen Krahnen sind diese beiden Anordnungen nicht üblich, und sie verbieten sich in der That auch dadurch, dass sie einen zu starken Seitendruck veranlassen würden, dem man nur durch besonders kräftige Absteifungen zur Verhinderung der Neigung der verticalen Drehungsachsen begegnen könnte. Dieser Seitendruck verschwindet aber ganz, wenn man eine steife horizontale Bahn anwendet, die an beiden Enden unterstützt ist und worauf sich die Windevorrichtung leicht hin- und herbewegen lässt. Auf solche Art ist es möglich, die gehobene Last in einer Richtung horizontal zu bewegen: wird nun aber die ganze Bahn wieder als Wagen aufgestellt und mit Rädern versehn, so dass sie sich auf einer zweiten Bahn bewegen lässt, deren Richtung die der ersten kreuzt, so kann man den Aufhängepunkt willkührlich an jede dazwischen liegende Stelle bringen, und das gehobene Werkstück ist über alle Punkte der ganzen Fläche innerhalb der ersten Bahn horizontal zu bewegen. Diese

Bewegung erfolgt, sobald eine Kraft wirksam ist, welche nur die Reibung überwindet, die bei Anwendung von Eisenbahnen sehr geringe bleibt. Man erreicht dabei aber noch den zweiten Vortheil, dass man immer nur für senkrechte Unterstüzungen zu sorgen hat, indem gar kein schräger Zug vorkommt. Ein solcher Apparat ist allerdings ziemlich kostbar, wenn er indessen längere Zeit hindurch benutzt wird, so kommt es weniger auf die Kosten der ersten Anlage, als auf die der Arbeit selbst an, und letztere schreitet schneller vor und kann mit grösserer Sorgfalt dargestellt werden. Man findet gegenwärtig Anordnungen dieser Art bei Schleusen- und Brückenbauten und selbst bei grossen Landbauten in England sehr häufig angewendet, auch in Deutschland ist bereits mehrfach dieselbe Vorrichtung benutzt worden. So wurden die Werkstücke beim Bau der Brücken zu Besigheim über die Enz, bei Canstadt über den Neckar*) auf solche Weise versetzt, und dasselbe geschah vor einigen Jahren auch bei der Schleuse bei Mannheim. Beim Cölner Dombau wird diese Vorrichtung gleichfalls benutzt.

In Fig. 28 auf Taf. XXIV. ist ein Hebezeug der erwähnten Art dargestellt: *a* zeigt die Seitenansicht desselben, *b* die Ansicht von vorn, *c* von hinten und *d* den Grundriss. Die Figuren *b* und *c* enthalten der grössern Deutlichkeit wegen jedesmal nur die zunächstliegende Maschine, nämlich *b* die Maschine zum Fortbewegen des Wagens und *c* diejenige zum Heben und Herablassen des Steines. Eine specielle Beschreibung ist überflüssig, da dieselbe sich aus der Zeichnung ergiebt, es muss indessen noch von manchen Verschiedenheiten der Construction die Rede sein, die hierbei vorkommen. Zunächst entsteht die Frage, ob man die untere Bahn, worauf die obere sich bewegt, in der Höhe des Bodens oder der Sohle der Baugrube, oder aber so hoch anlegen soll, dass sie gleich das ganze auszuführende Mauerwerk überragt. Im letzten Falle wird der Unterbau kostbarer, man vermeidet aber die hohen beweglichen Rüstungen, welche man sonst anbringen muss, um die obere Bahn zu tragen. Wenn man gezwungen ist, Rüstpfähle anzuwenden, so möchte es wohl vortheilhaft sein, dieselben gleich auf die ganze Höhe heraufreichen zu lassen, aber

*) Förster's Allgemeine Bauzeitung 1839.

auch wenn dieses nicht der Fall ist, so ist es noch immer nützlich, die feste Bahn recht hoch herauf zu bringen, denn dadurch vermindert sich die zu bewegende Masse der zweiten Bahn. Im entgegengesetzten Falle muss man stark verstrebte Böcke anwenden, wie solche im Folgenden beschrieben werden sollen.

Demnächst muss man sich entscheiden, ob die obere Bahn, die beweglich ist, mit vollständigen Laufbrücken zur Seite versehen werden soll, damit die Arbeiter dem Wagen, der die Windevorrichtung trägt, überall folgen können. Dieses ist wohl die gewöhnliche Anordnung, sie vermehrt indessen gleichzeitig die zu bewegende Masse in hohem Grade, denn es genügen alsdann nicht mehr die beiden Balken, welche die Bahn bilden, vielmehr müssen zu deren Seiten noch zwei solche gelegt und darüber ein vollständiger Bohlenbelag, vielleicht sogar mit einem Seitengeländer, angebracht werden. Das Gewicht der obern Bahn kann sich dadurch leicht verdoppeln, und sonach scheint die andere Methode vortheilhafter, die auch häufig vorkommt und die hier in der Zeichnung gewählt ist; die Laufbrücke ist nämlich auf dem Wagen selbst angebracht, und die Arbeiter, welche die Windevorrichtung in Bewegung setzen, stehen zugleich auf diesem und rücken gemeinschaftlich mit ihm fort. Werden dieselben inzwischen an einer andern Stelle gebraucht, so können sie, falls der Wagen sehr hoch ist, auf angelehnten Leitern herabsteigen.

Wenn die obere Bahn nur auf eine geringe Länge, also etwa auf 24 Fuss frei liegt, so genügen einfache Balken, die keiner besondern Verstärkung bedürfen: wird diese Länge aber grösser, oder haben die Werkstücke, die man versetzen will, sehr bedeutende Dimensionen, so muss das Durchbiegen der Balken der obern Bahn verhindert werden. Die gewöhnlichste Methode ist hierbei diese, dass man die Balken durch eine eiserne Kette unterstützt: in der Figur ist nur eine Stütze und zwar aus Schmiedeeisen dargestellt. In England hat man gewöhnlich deren zwei, und zwar aus Gusseisen, wodurch die Höhe dieser Armirung sich vermindert und sonach wieder die ganze Bahn weniger hoch liegen darf. Durch diese Vorkehrungen wird indessen das Ausbiegen der Balken nach der Seite noch immer nicht verhindert, es dienen dazu vielmehr die in der Figur angegebenen horizontalen Streben, die jedoch in England gewöhnlich nicht vorkommen.

Mit Rücksicht auf diesen Mangel an Steifigkeit der Bahn dürfen keine Räder mit einfachen Spurkränzen benutzt werden, wie dieses bei den Eisenbahnwagen der Fall ist, denn die konische Form der Radfelge würde noch dazu beitragen, die Schienen auseinander zu drängen; es erhalten daher die Räder hierbei jedesmal doppelte Spurkränze, oder sie werden mit vertieften Rillen versehen, so dass sie die Schienen umfassen und selbige in dem gehörigen Abstande von einander halten. Das Verstellen des Wagens, wie der obern Bahn erfolgt dadurch, dass ein Getriebe durch ein oder zwei Kurbeln gedreht wird und die Bewegung einem Stirnrade an der Achse der Räder mittheilt. Am vortheilhaftesten ist es, wenn dieses gezahnte Rad unmittelbar neben dem Wagenrade liegt, oder mit demselben aus einem Stücke besteht, wie dieses die Figur in Bezug auf die Räder der untern Bahn zeigt. Am Wagen selbst ist eine andere Einrichtung gewählt worden, um die Construction des hölzernen Bockes zu vereinfachen. In England sieht man jedoch auf diesen Wagen nur eiserne Rüstungen mit vertikalen Seitenwänden, wodurch die Veranlassung fortfällt, das gezahnte Rad nach der Mitte der Achse zu verlegen. Endlich wäre noch zu erwähnen, dass man in England gewöhnlich alle vier Räder, worauf die obere Bahn ruht, mit gezahnten Rädern und Kurbeln versieht, und dass häufig auch hier leichte Brücken an der obern Bahn hängen, worauf die Arbeiter stehen, welche die letztern bewegen: so dass keine festen Brücken in der ganzen Länge der untern Bahn erforderlich sind.

Diese ganze Vorrichtung lässt sich dadurch bedeutend vereinfachen, dass man die Hebezeuge zum Heben der Werkstücke von dem Wagen entfernt und sie an die Enden der obern Bahn verlegt: alsdann dürfen die Arbeiter nur neben der untern Bahn bleiben, und der Wagen und die obere Bahn werden um Vieles erleichtert. Fig. 54 auf Taf. XXVII. zeigt eine solche Anordnung, die man nicht nur bei Bau-Ausführungen, sondern auch zu andern Zwecken benutzt: die hier dargestellte dient in Sunderland zum Aufstapeln des starken Schiffsbauholzes. Die untere Bahn liegt auf ebener Erde: die obere dagegen ruht auf einem hohen Bocke, der von vier Rädern getragen wird, von denen zwei mittelst angegossner gezahnter Räder und Getriebe bewegt werden. Ausserdem ist an jeder Seite eine Windevorrichtung angebracht, mittelst

deren nicht nur die Last gehoben, sondern auch der Wage
stellt wird. Der Wagen besteht, wie Fig. 54, *c* in grös
Maassstabe zeigt, nur aus zwei mit einander verbundenen A
worauf vier kleine Räder, die den Wagen tragen, fest aufge
sind. Letztere drehen sich, wie bei den Eisenbahnwagen, ge
schaftlich mit den Achsen, und in der Mitte jeder Achse befind
noch eine Scheibe, die sich frei dreht. Ich habe letztere
grösser als die Räder gezeichnet, damit sie sich in der
gehörig von diesen unterscheiden. Von jeder Winde geh
Kette zunächst über eine Leitrolle am Ende der obern Bahn
der nächsten Mittelscheibe auf dem Wagen und von hier na
zu hebenden Last. Es ist klar, dass wenn beide Winden g
mässig gedreht werden, die Last nur gehoben oder gesenkt
ohne dass der Wagen seine Stelle ändert: wenn dagege
beiden Winden mit gleicher Geschwindigkeit, aber in entg
gesetzter Richtung gedreht werden, so wird die Last wede
hoben noch gesenkt, dagegen bewegt sich der Wagen nach
jenigen Seite, wo sich die Kette verkürzt. Wenn ferner die
Winde feststeht und nur die andere angezogen wird, so b
sich die Last unter einem Winkel von 45 Graden aufwärts,
sonach kann man sie durch die passende Drehung der Ku
willkührlich heben und senken oder rechts und links beweg

Figur 55 zeigt den etwas mehr zusammengesetzten W
eines ähnlichen Hebezeuges, wobei die Last an einem zweis
bigen Blocke hängt. Es bedarf diese Figur keiner weitern
klärung und es muss nur bemerkt werden, dass der Deutli
wegen nicht zwei Ketten, sondern eine Kette und ein Tau
zeichnet sind, während man wirklich zwei Ketten anzuwe
pflegt. Dieser Wagen wurde beim Versetzen der Werkstücke
Viaducts in der London-Greenwich Eisenbahn benutzt, die Rüs
oder der bewegliche Bock hatte hier eine Höhe und Länge
33 Fuss.

Endlich muss über die eigentliche Windevorricht
noch Einiges erwähnt werden, was sich ebensowohl auf die
Anordnung, wie auf mehrere der beschriebenen Hebezeuge be
Wenn die Bewegung, wie gewöhnlich, durch Kurbeln gesc
so können deren zwei an derselben Achse angebracht werden,
indem an jeder zwei Mann bequem anzustellen sind, so is

grösste Betriebskraft, über welche man disponiren kann, vier Menschenkräften gleich. Das Verhältniss zwischen dem Rade und Getriebe muss man mit Rücksicht auf den Durchmesser der Winde so wählen, dass die Last noch sicher und ohne übermässige Anstrengung gehoben werden kann. Zuweilen ist jedoch die Last so gross, dass man sich gezwungen sieht, noch ein zweites Getriebe nebst zugehörigem Rade als Vorgelege zu benutzen, und wenn zu Zeiten auch kleinere Lasten mit derselben Maschine gehoben werden müssen, so ist es vortheilhaft, eine Auslösung anzubringen, so dass beliebig das zweite Getriebe ausser Thätigkeit gesetzt werden kann und das Getriebe an der Kurbelachse unmittelbar in das Rad an der Winde eingreift.

Die Winde darf bei einem starken Hebetau oder einer starken Kette nicht einen zu kleinen Durchmesser erhalten, weil dadurch, abgesehen von ihrer geringern Festigkeit, auch eine starke Abnutzung des Taues und eine merkliche Reibung in den Kettengliedern veranlasst würde. Demnächst ist es aber auch vortheilhaft, durch eine schraubenförmig gewundene Rinne in der Winde dem Tau oder der Kette die Stelle vorzuzeichnen, wo sie sich auflegen sollen: man vermeidet dadurch eine mögliche Unordnung und Unregelmässigkeit in der Belastung des Rades. Das Tau nutzt sich aber vorzugsweise dadurch ab, wenn es sich in starker Spannung gegen die bereits liegenden Windungen reibt. Die erwähnte Rinne verhindert dieses, und wenn sie im Holze oder Gusseisen mit glatten Wänden ausgearbeitet ist, so verschwindet die Abnutzung in dieser Beziehung beinahe gänzlich. Bei der Anwendung von Ketten besteht die Winde aus einer gusseisernen Trommel, und die Rinne ist so breit und tief eingeschnitten, dass die einzelnen Kettenglieder sich darin auf die hohe Kante einschieben können. Alsdann legt sich ein Glied um das andere flach auf die Trommel und die dazwischen befindlichen stellen sich in die Rinne. Dadurch erfolgt das Aufwinden der Kette sehr sanft und ohne ein späteres Kanten und Ziehen der Glieder, was immer mit heftigen Stössen verbunden ist. Zur Erreichung dieser Vortheile gehört indessen noch, dass die Kette nicht nur aus gleichen, sondern auch aus gut schliessenden Gliedern bestehen muss.

An der Winde selbst oder an der Kurbelachse muss ferner ein Sperrrad nebst Haken angebracht sein, um die Last schwebend

erhalten zu können. Zum Herablassen der Last, und namentl wenn dieses zu einer grössern Tiefe erfolgt, darf aber endl auch die Bremsvorrichtung nicht fehlen. Am zweckmässigsten es, das Bremsrad, wie Fig. 28 *a*, *c* und *d* gezeichnet ist, mittelbar an der Kurbelachse anzubringen, in welchem Falle beim Heben schon die Stelle eines Schwungrades vertritt. Bremsvorrichtung ist Fig. 28 *e* noch besonders dargestellt. Z hölzerne Futter (die in der Figur schraffirt sind) werden d eine eiserne Schiene gegen die breite Fläche des Rades gepr und zwar geschieht dieses durch den Hebel, der in der a deuteten Stellung eben diese Pressung bewirkt. Wird ders aber in diejenige Stellung gebracht, welche die punktirte L angiebt, so entfernen sich gleichzeitig beide Futter von dem R und dasselbe erfährt also keine Reibung mehr. Man muss d Anbringung eines Gegengewichtes dafür sorgen, dass der H sich von selbst in der letzten Stellung erhält: alsdann darf nur, wenn gebremst werden soll, herabgedrückt werden.

Die Schienen, welche man zu den erwähnten Bahnen ben haben gewöhnlich das in Fig. 56, Taf. XXVII. dargestellte Pr ihre Höhe beträgt aber häufig kaum 2 Zoll. Mittelst dersel Schienen werden auch Eisenbahnen zum Anfahren der B materialien dargestellt, wobei die Abzweigungen und Ausweich gen wieder nur aus Stücken eben dieser Schienen bestehn. Fig zeigt eine Anordnung dieser Art, die ich bei Liverpool sah. beiden innern Schienen im Anfange der Abzweigung waren nur mit einem Nagel befestigt, und liessen sich daher, so oft Strang, zu dem sie gehörten, benutzt werden sollte, einstel wobei sie noch gegen zwei andere Nägel gelehnt waren. innere Schiene des andern Geleises lag dagegen während di Zeit auf dem äussern Strange.

§. 53.

Trockne Mauern.

Die Cohäsion des Mörtels ist nach der obigen Auseinan setzung kein wesentliches Erforderniss zur Festigkeit der Mau Wenn man die gehörigen Dimensionen wählt, für einen g Verband sorgt und es vermeidet, dass die Steine hohl liegen

die ohne Mörtel ausgeführte oder die trockne Mauer nicht
mit Sicherheit sich selbst tragen, sondern auch dem Drucke
seitwärts dagegen geschütteten Erdmasse den nöthigen Wi-
nd leisten. Auf diese Art lassen sich häufig die Kosten
nlich ermässigen, und namentlich geschieht dieses in Gebirgs-
den bei Strassen- und zum Theil auch bei Strombauten,
ein brauchbares Steinmaterial in der Nähe gebrochen wird.
Vas die Dimensionen und überhaupt die Profilirung dieser
n betrifft, so darf man nicht übersehen, dass die einzelnen
weniger sicher gelagert sind, als im gewöhnlichen Mauer-
woher eine schräge abwärts gerichtete Bruchfuge sich hier
chter bilden kann. Dieser Uebelstand lässt sich indessen
gen, wenn man der Mauer eine grössere Stärke giebt,
st es nicht ungewöhnlich, dass man bei trocknen Futter-
die mittlere Stärke ihrer halben Höhe gleich macht, und
n räth sogar, sie gleich zwei Dritteln der Höhe anzunehmen.
dürfen die oben erwähnten Rücksichten nicht unbeachtet
, dass nämlich der Boden, worauf die Mauer steht, hori-
oder wohl gar mit einer Neigung nach hinten geebnet, und
e Hinterfüllungserde keineswegs auf eine nach der Mauer
nde schräge Fläche gebracht werden darf, sondern der
auch hier mit stufenförmigen Einschnitten vorher zu ver-
ist. Zuweilen trifft es sich, dass man zur Hinterfüllung
lose Erde, sondern ein lagerhaftes Steinmaterial benutzt,
n solches lässt sich so aufbringen, dass es gar keinen,
och nur einen sehr geringen Seitendruck ausübt. Dazu
aber, dass zuerst die horizontalen Einschnitte im Boden
ellt werden, und demnächst auch das Material immer
izontal abgeglichenen Schichten aufgeschüttet wird. Die
dieser Art sind bei Strassenbauten im Thonschiefer-Gebirge
elten, und alsdann kann man den eigentlichen Futtermauern
Nachtheil sehr geringe Dimensionen geben: es geschieht
dass sie nur den sechsten Theil der Höhe zur mittlern
erhalten, aber eigentlich bildet dabei die ganze Hinter-
eine Art von Futtermauer, die nur mit viel geringerer
t ausgeführt ist.

i dem gewöhnlichen Mauerwerke sprachen manche Gründe
n, die äussere Fläche geneigt aufzuführen, und namentlich

erschien es nachtheilig, die Lagerfugen nach aussen schräge ansteigen zu lassen, weil der Mörtel durch das eindringende Wasser leiden konnte. Hier sind alle Fugen mehr oder weniger geöffnet, und nirgends verschliessen sie dem Wasser den Durchgang, es ist also kein Grund vorhanden, dasselbe abhalten zu wollen und man giebt sonach gewöhnlich der trocknen Mauer eine starke Neigung nach aussen. Es wird dadurch, wenn nicht etwa Wellenschlag dagegen trifft, sogar der Vortheil erreicht, dass sich um so schneller eine Vegetation in den Fugen bildet, welche die Stabilität der Mauer vermehrt, indem durch die Wurzeln die Fugen gefüllt werden.

Für einen guten Verband muss, wie bereits erwähnt worden, in den trocknen Mauern jedenfalls gesorgt werden, und dazu gehört, dass regelmässige Schichten sich durch die ganze Stärke der Mauer hindurch ziehn, und die Stossfugen gehörig abwechseln. Dabei kommt es wenig darauf an, ob die innere Fläche ganz eben ansteigt, oder ob die einzelnen Steine daraus mehr oder weniger vortreten. Ganz unstatthaft ist das Verfahren, welches man sich hierbei zuweilen erlaubt, nämlich eine Art Verblendung mit brauchbaren Steinen an der äussern und der innern Fläche anzubringen, während der Zwischenraum oder der eigentliche Kern der Mauer nur aus Steinschrot gebildet wird. Wenn die Bauten in Entreprise ohne gehörige Aufsicht ausgeführt werden, so kommen solche fehlerhafte Constructionen wohl vor, und man erkennt sie an der fertigen Mauer nicht leicht, wenn nicht etwa die grosse Ebenheit der innern Fläche Verdacht erregt.

Wenn die Steine recht ebene Flächen haben und sehr fest sind, so kann man wenigstens für niedrige Mauern die Ausfüllung der Fugen und selbst die der Lagerfugen ganz umgehen; ist die Mauer aber stark geneigt, und steigen sonach die Lagerfugen nach aussen ziemlich steil an, so ist eine bindende Erde oder Sand und Kies zu diesem Zwecke brauchbar. Die Mauer bildet in diesem Falle schon den Uebergang zum Steinpflaster. Man muss indessen darauf achten, dass die Steine sich wirklich unmittelbar berühren, und das Bette nicht aus einer dicken Erde oder Kieslage besteht, denn eine solche kann leicht mit der Zeit herausgespühlt werden, und alsdann würden die Steine, denen die Unterstützung fehlt, herabsinken. Sehr häufig wendet man bei

trocknen Mauern zum Ausfüllen der Fugen das Moos an, und dieses gewährt in der That manche wesentliche Vortheile. Bei einer sorgfältigen Arbeit, und wenn es nicht in zu kleinen Quantitäten benutzt wird, lässt sich daraus auch bei unregelmässiger Form der Steine ein gutes Lager bilden, so dass der Druck sich ziemlich gleichmässig vertheilt. Ein Ausspühlen durch Wasser findet hierbei aber gar nicht statt, vielmehr sammeln die erdigen Theilchen, welche das Wasser mit sich führt, sich in und neben dem Moose an, so dass die Fuge nach und nach sich mehr schliesst, wodurch das Moos ganz entbehrlich wird, namentlich wenn die Wurzeln von Pflanzen sich hereinziehen. Endlich aber ist zu bemerken, dass das Moos selbst da, wo es abwechselnd trocken und nass wird, sich mehrere Jahre hindurch unverändert erhält, besonders wenn die herbeigeführte Erde ein vollständiges Austrocknen derselben verhindert.

Für die Ableitung des Wassers darf man bei trocknen Mauern gewöhnlich nicht sorgen, indem die sämmtlichen Fugen für diesen Zweck hinreichend geöffnet sind. Wo dagegen grössere Quellen sich vorfinden, da ist es nöthig, auch die passenden Oeffnungen darzustellen, und man thut sogar wohl, unter der Hinterfüllungserde förmliche überdeckte Kanäle, oder wenigstens Sickergräben zu bilden, in welche der Quell nach der Mauer fliessen kann, ohne durch die Erde dringen zu dürfen, die er sonst erweichen würde.

Als eine besondere Art von trocknen Mauern muss noch das in Frankreich übliche sogenannte Perré erwähnt werden: dasselbe ist eigentlich nur ein sehr sorgfältig ausgeführtes Steinpflaster, was eine stark geneigte Erdoberfläche deckt. Diese Perrés sieht man namentlich als Fortsetzung von den Flügelmauern der Brücken an den Ufern der Flüsse und Kanäle angewendet, und oft bilden sie, indem ihre Neigung gleichmässig zunimmt, den Uebergang von der senkrechten Futtermauer bis zu der flachen Uferböschung, welche mit Rasen bedeckt ist. Dieses ist z. B. an den Brücken und Schleusen des Kanales St. Denis der Fall.

Die Stärke und sonstige Anordnung dieser Perrés ist nach den besondern Local-Umständen sehr verschieden. Fig. 29 zeigt das Profil eines solchen, wie es bei der Ufereinfassung oder der

sogenannten Hafenanlage an der Seine in Paris ohnfern des botanischen Gartens vor einigen Jahren zur Ausführung gebracht wurde. Auf den gehörig gestampften Boden wurde eine Reihe von ziemlich regelmässig bearbeiteten Steinen versetzt, gegen welche das Perré sich wie auf ein Fundament stützte. Die Hinterfüllung bestand nur aus einer stark bindenden Erde, die man in der Nähe der Ausmündung der unterirdischen Abzugsgräben oder Egouts entnommen hatte, und welche man mit der Benennung der salpetrigen Erde bezeichnete. Dieses war auch dasselbe Material, das die Fugen füllte. Die Steine waren lagerhafte, an der äussern und an den Seitenflächen roh bearbeitete Kalksteine, die in regelmässigen Lagen jedoch nur als Läufer aufgebracht wurden. Ihre Breite oder die Stärke der Mauer betrug etwa 10 Zoll, und die Neigung der Mauern gegen den Horizont etwa 45 Grade. Die Fugen waren sämmtlich gegen die äussere Fläche normal gerichtet, und sobald einige Reihen Steine an einer Stelle versetzt waren, so schlug man sie von oben mit grossen hölzernen Hammern fest ein, und brachte besonders hierdurch die Ausgleichung der äussern Fläche hervor, indem ursprünglich die Steine so gesetzt waren, dass sie 1 bis 2 Zoll mit ihren Köpfen vor der Chablone vortraten. Diese Operation stimmt also sehr genau mit dem Einrammen der Pflastersteine überein, und dieses ist bei den Perrés auch nothwendig, da das Bette für die einzelnen Steine nicht mit aller Sorgfalt vorbereitet werden kann. Damit nämlich die Steine beim Versetzen nicht gleich rückwärts überstürzen, so muss die Hinterfüllung der Mauer, oder die Erdböschung, schon vorher dargestellt sein und immer etwas höher gehalten werden, als die Steinwand, wie Fig. 29 dieses zeigt. Der Arbeiter steht beim Legen eines Steines theils auf diesem Erdrücken, und zum Theil auf den eben versetzten Steinen; seine Stellung ist sonach höchst unbequem und wenn er einen Stein versetzt, so kann er nicht den Raum zwischen demselben und der dahinter liegenden Erdmasse vollständig ausfüllen; hierzu dient das spätere Eintreiben des Steines. Ich bemerke hierbei noch, dass der untere, mehr horizontale Theil des Pflasters, der sich an den Fuss dieses Perrés anschliesst, mit künstlichem Cemente in den Fugen verstrichen war, weil man bei hohen Anschwellungen der Seine hier eine Ausspühlung befürchtete.

Fig. 30 *a* und *b* zeigt in der vordern Ansicht und im Profile das Perré, welches Perronet neben der Brücke zu Neuilly anlegte; dasselbe lehnt sich mit seinem Fusse gegen den Holm einer Pfahlwand, es besteht aber nicht nur aus der einfachen Lage von Pflastersteinen, die in geringen Abständen von einzelnen Reihen regelmässig bearbeiteter Werkstücke durchzogen sind, sondern diese ganze Decke ruht auf einer Hinterfüllung von Steinen. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass man in vielen Fällen in Frankreich nicht sowohl auf die Bildung von regelmässigen Steinschichten in den Perré's sieht, als vielmehr nur darauf, dass die Steine möglichst schliessend versetzt werden. Gewöhnlich liegen sie auf einer Kiesschüttung, womit auch die Fugen gefüllt werden *).

Ich erwähne hierbei noch des Vorschlages, den Vallée in neuerer Zeit gemacht hat **), um denjenigen Perrés, welche die Ufer von grössern Wasserbassins decken sollen, mehr Festigkeit zu geben. Er macht nämlich darauf aufmerksam, dass die Perrés in Strömen, namentlich wenn sie von Zeit zu Zeit durch trübes Wasser bedeckt werden, sich recht gut halten und ihre Fugen gefüllt bleiben, die überdies sich mit einer leichten Vegetation zu überziehn pflegen; dass aber in den Speisebassins für Kanäle, wo in jedem Jahre sehr hohe und sehr niedrige Wasserstände wechseln, die überdies immer mehrere Monate hindurch anhalten, die Vegetation zerstört wird. Der nachtheiligste Umstand ist dabei aber der Wellenschlag, wobei nicht nur die Fugen ausgewaschen werden, sondern auch die Hinterfüllungserde, worauf die Steine ruhen, fortgespühlt wird. Es ist klar, dass hierdurch die Steindecke dicht über dem Wasserspiegel einsinken muss, ob sie aber dicht unter dem Wasserspiegel sich nach aussen ausbauchen sollte, wie Vallée angiebt, möchte man wohl bezweifeln. Der Vorschlag, der gemacht, aber von der obersten Baubehörde in Frankreich nicht allgemein gebilligt wurde, ging dahin, statt der Perrés kleine stark dossirte Futtermauern mit horizontalen Schichten und in Mörtel auszuführen, und dieselben, wie Fig. 31 zeigt, durch einzelne flache Schichten mit einander zu verbinden.

*) *Girard, devis général du Canal de l'Ourcq.* Paris 1806. p. 82.
**) *Annales des ponts et chaussées.* 1823. I. p. 274.

§. 54.
Bohlwerke.

Die Bohlwerke oder hölzernen Uferschälungen kommen so häufig vor, wie kaum eine andere Art von Wasserbauwerken; nichts desto weniger werden sie gewöhnlich nur als Nothbehelfe angesehen, zu denen man seine Zuflucht genommen hat, weil die Kosten für massive Uferschälungen nicht gleich disponibel gestellt werden konnten. In vielen Fällen ist diese Ansicht auch gewiss die richtige, selbst wenn man nur von dem ökonomischen Gesichtspunkte aus den Gegenstand betrachtet, denn die Verzinsung und Amortisation der Bausumme nebst den jährlichen Reparaturen können sich beim Massivbau leicht wohlfeiler herausstellen, als beim Holzbau; in andern Fällen, wenn nämlich die Holzpreise niedrig und dagegen die der Maurer-Materialien sehr hoch sind, giebt der Vergleich das entgegengesetzte Resultat, und gewiss ist es unstatthaft anzunehmen, dass der Massivbau weder Reparaturen noch einen spätern Neubau erfordern sollte. Auf solche Art stellt sich der Holzbau, der in der ersten Anlage meist viel wohlfeiler ist, nicht so nachtheilig dar, und er rechtfertigt sich besonders, wenn eine grössere Wassertiefe und vielleicht eine starke Strömung vor der Uferschälung stattfindet, wodurch die Fundirung eines Massivbaues immer sehr erschwert wird und auch später einigermassen gefährdet bleibt. Eben diese Umstände veranlassen es auch häufig, dass die Ausführung des Massivbaues einen besonders günstigen und längere Zeit hindurch anhaltenden niedrigen Wasserstand erfordert, ein solcher tritt aber gewöhnlich erst während des Spätsommers und des Herbstes ein, so dass der Bau vor dem Winter nicht zu vollenden ist und seine Dauer sich daher auf zwei Jahre ausdehnt. Ganz anders sind die Verhältnisse bei der Anlage von hölzernen Uferschälungen. Dieselben werden immer ohne Fangedämme und ohne Trockenlegung der Baugrube ausgeführt. Die Rammarbeiten, welche dabei am meisten zeitraubend sind, lassen sich schon beim gewöhnlichen Sommerwasser ausführen, und wenn bei einzelnen Arbeiten auch ein niedriger Wasserstand sehr wünschenswerth ist, so ist derselbe doch nicht grade dringend nöthig, und wenn er nicht eintritt, so vergrössern sich nur um etwas die Kosten der nächsten Reparatur.

nämlich nicht das ganze Bohlwerk einer baldigen Zerstörung
usetzen, so ist es nothwendig, diejenigen Theile, welche einer
chselnden Nässe und Trockenheit nicht entzogen werden
en und die aus diesem Grunde keine lange Dauer erwarten
n, ganz von denjenigen zu trennen, die immer unter dem
er bleiben, und die daher als eben so unvergänglich ange-
werden müssen, wie der Rost unter der Mauer. Diese
Theile, und namentlich die Spundwand, sind bei einer
n Wassertiefe vor dem Ufer besonders kostbar in ihrer
e, indem sie aber keineswegs mit den Bohlen und Bohl-
pfählen zugleich immer erneut werden dürfen, so vermindern
dadurch schon sehr beträchtlich die Kosten für den nach
20 Jahren eintretenden Neubau. Wenn aber ursprünglich
undwand mit ihrem Fachbaume wegen des höheren Wasser-
zu hoch heraufgeführt werden musste, oder nicht tief
abgeschnitten werden konnte, so gewährt dieses nur den
eil, dass der Bau in seiner ersten Anlage eine etwas an-
orm erhielt, als er eigentlich haben sollte, und man wird,
ler obere Theil der Spundwand zu faulen anfängt, dieselbe
hr bei einem günstigen Wasserstande tiefer abschneiden
it einem Fachbaume versehen, was sich in kurzer Zeit
lässt, und wodurch sie der Fäulniss ganz entzogen wird.
ätern regelmässig wiederkehrenden Reparaturen erstrecken
sdann nur noch auf die Bohlwerkspfähle, zum Theil auf
Anker und vorzüglich auf die Bohlwand selbst; die dabei
rliche Arbeit ist immer ziemlich einfach, und erfordert kei-
esonders niedrigen Wasserstand, auch die Materialien sind
en Fällen nicht so theuer, dass sie bei einem sorgfältigen
iche der Kosten den Massivbau als vortheilhafter erscheinen
sollten. Man kann die Kosten der Unterhaltung des Holz-
aber auch noch dadurch wesentlich vermindern, dass man bei
nder Beschädigung der Bohlwerkspfähle dieselben nicht
durch neue ersetzt, sondern man sie vielmehr ebenso wie
undwand im Niveau des niedrigen Wassers abschneidet,
chwelle darüber streckt, und auf letztere eine Ständerwand
wogegen die Bohlen sich lehnen. Der Vortheil, den man
ch erreicht, bezieht sich darauf, dass bei den regelmässig
kehrenden Reparaturen die Rammarbeiten ganz fortfallen,

und man statt der langen Bohlwerkspfähle nur kürzere Ständer braucht. Man bezeichnet diese Anordnung mit dem Namen der aufgesetzten Wände, und selbige kommen besonders in Holland vielfach vor; nichts desto weniger darf man nicht übersehen, dass hierbei eine weit festere Verankerung nöthig wird, und dass man selbst durch diese das Bohlwerk gegen den Erddruck nicht gehörig sichern kann, wenn eine grosse Wassertiefe sich davor befindet, denn die abgeschnittenen Bohlwerkspfähle lassen sich nicht unmittelbar mit den Erdankern in Verbindung bringen, und bleiben daher der Gefahr ausgesetzt, herausgedrängt zu werden. Auch wenn Seeschiffe vor dem Bohlwerke zu liegen pflegen, kann man die durchgehenden Pfähle nicht entbehren, weil in diesem Falle die heftigsten Stösse die Verbindung in der Schwelle lösen würden.

Im Vergleiche zwischen den massiven und hölzernen Uferschälungen kommen ausser den Kosten noch einige andere Umstände in Betracht: dem Holzbau lässt sich bei dieser Anwendung nicht leicht diejenige Sauberkeit in der Ausführung geben und noch weniger daran erhalten, welche man in vielen Fällen gern erreichen möchte. Dazu kommt noch der sehr ungünstige Umstand, dass die Strasse dahinter bei jeder Reparatur aufgegraben werden muss, und schon vorher bei eintretender Beschädigung des Bohlwerkes Sackungen und Einsenkungen sich zeigen, so dass die Erhaltung eines guten Steinpflasters hier sehr schwierig wird. Aus diesen Gründen wird man in grossen Städten dem Massivbau unbedingt den Vorzug geben. Auch für die dahinter liegenden Gebäude, besonders wenn dieselben mehrere Stockwerke hoch und massiv ausgeführt sind, werden die oft wiederkehrenden Reparaturen der Bohlwerke wegen der Erschütterungen bei den Rammarbeiten sehr nachtheilig und dieses um so mehr, als grade in dieser Zeit die zwischenliegende Erdmasse nicht gehörig gestützt ist, und sonach die Fundamentmauern leicht dem Seitendrucke der Gewölbe und Bögen nachgeben können. In den Norddeutschen Seestädten kommen Verhältnisse dieser Art vielfach vor, und fast überall giebt sich diese Schwierigkeit zu erkennen. Endlich muss aber auch noch angeführt werden, dass für das Anlegen der Schiffe ein Bohlwerk immer viel vortheilhafter ist, als eine Kaimauer; wenn aber einiger Wellenschlag stattfindet, so

kann ein Schiff gar nicht an einer Mauer liegen, ohne den grössten Beschädigungen durch das Reiben und Stossen ausgesetzt zu werden. Aus diesem Grunde versieht man in den Englischen Docks ganz allgemein die Kaimauern mit angebolzten hölzernen Ständern, wogegen die Schiffe sich lehnen, und vor einer massiven Ufereinfassung im Hafen Neufahrwasser, war man sogar gezwungen, eine vollständige hölzerne Wand aufzuführen, damit diese Stelle zum Anlegen der Schiffe benutzt werden konnte.

Die erwähnten Umstände beziehen sich grossentheils auf die gentlichen Uferschälungen, d. h. solche, die das Ufer eines romes oder Sees bilden; die Bohlwerke haben indessen, ebenso e die Futtermauern zuweilen auch nur den Zweck, ein höheres errain gegen ein niedrigeres zu begrenzen, und die Vergleichung ischen beiden Constructionsarten zeigt alsdann wegen der viel chteren Fundirung gewöhnlich einen so überwiegenden Vortheil r den Massivbau, dass man nur selten mit einigem Grunde sich m Holzbau entschliessen wird. Der letztere ist aber in diesem lle der Fäulniss sogar noch mehr ausgesetzt, als wenn er ben einem Flusse ausgeführt wäre, indem nicht nur der freihende Theil der Bohlwerkspfähle, sondern auch deren unteres de von der abwechselnden Nässe und Trockenheit leidet und her die Beschädigungen in der Höhe des Erdbodens sich sehr ld zu zeigen pflegen. Es wird sonach im Folgenden nur von njenigen Bohlwerken die Rede sein, welche am Ufer von Flüssen er andern Wasserflächen ausgeführt werden.

Die Bohlwerkspfähle sind nach dem, was bereits erähnt worden, der Fäulniss besonders stark ausgesetzt, wenn sie cht etwa unter Wasser abgeschnitten werden. Man muss daher ne Holzart wählen, welche einigermaassen der Abwechslung der ässe und Trockenheit widersteht, dazu kommt noch, dass die fähle häufig eine bedeutende Länge haben, und sie jedenfalls echt grade sein müssen, wenn nicht die Rammarbeit sehr erhwert werden soll und man überdies sich der Gefahr aussetzen ill, dem ganzen Baue ein sehr unregelmässiges Ansehen zu eben. Hiernach kann man für kleinere Bohlwerke wohl Pfähle n Eichen, Ellern oder von anderem harten Holze wählen, sold ihre Länge aber bedeutender wird, so ist man beinahe aushliesslich auf das Kiefernholz beschränkt, welches sich zu diesem

Zwecke auch in Hinsicht seiner Dauer besonders gut eignet, sobald es recht harzig ist. Ueber das Einrammen der Pfähle ist schon früher (Theil I. §. 36 und 37) das Nöthige erwähnt worden; hier wäre in dieser Beziehung nur anzuführen, dass die Bohlwerkspfähle keineswegs stark beschwert werden, und sie daher nicht so fest eingetrieben werden dürfen; wie etwa die Rostpfähle. Es kommt vielmehr nur darauf an, dass sie tief genug im Boden stecken, um dem Seitendrucke der Erde widerstehen zu können, und da sie in dieser Beziehung noch durch die Erdanker gehalten werden, so genügt es im Allgemeinen, wenn sie auf ihre halbe Länge eingerammt werden. Bei besonders festem Grunde oder bei einer starken Verankerung ist indessen auch dieses nicht nothwendig, im entgegengesetzten Falle müssen sie aber noch tiefer herabreichen. Hiernach lässt sich die nöthige Länge der Pfähle beurtheilen; ihre Stärke wird zum Theil durch den Seitendruck der Erde bedingt, dem sie widerstehen müssen. Man würde indessen die Dauer des Baues ausserordentlich beeinträchtigen, wenn man den Querschnitt hiernach allein abmessen wollte, denn die Fäulniss, welche besonders etwas über dem gewöhnlichen Wasserstande eintritt, vermindert von Jahr zu Jahr diesen Querschnitt und sonach muss die Erneuung der Pfähle um so früher eintreten, je schwächer sie ursprünglich gewählt wurden. Hiermit hängt auch die Antwort auf die Frage zusammen, ob man das Stammende oder das Wipfelende des Pfahles nach unten kehren soll; der Pfahl muss nämlich diejenige Stellung erhalten, wobei sein Querschnitt an der Stelle, welche am stärksten der Fäulniss ausgesetzt ist, der grösste wird, und dieses geschieht fast immer, wenn man das Wipfelende nach unten kehrt. Man hat freilich für Bohlwerkspfähle häufig die entgegengesetzte Stellung empfohlen, theils um sie vor einem Abbrechen in der Oberfläche des Grundes um so sicherer zu schützen und theils auch, um sie der Gefahr zu entziehen, dass sie durch das Eis nicht so leicht gehoben werden. Beide Rücksichten sind aber sehr untergeordnet, da ein Bruch in der erwähnten Art wohl nie erfolgt, und ebensowenig ein Bohlwerk, das mit Erde gehörig hinterfüllt, durch das Eis gehoben werden kann.

Ferner entsteht die Frage, ob die Bohlwerkspfähle wenigstens in dem obern, sichtbar bleibenden Theile beschlagen sein

sollen, jedenfalls ist diese Arbeit, nachdem die Pfähle eingerammt sind, sehr viel schwieriger, und wenn daher das Beschlagen überhaupt stattfinden muss, so kann es nur vorher erfolgen. Die Rammarbeit wird alsdann aber wegen der erforderlichen viel grösseren Genauigkeit auch viel mühsamer, und bei unreinem Grunde ist es dennoch unmöglich zu verhindern, dass die Pfähle sich nicht merklich drehen. Dabei darf man es auch nicht übersehen, dass durch das Beschlagen der Querschnitt des Holzes sehr bedeutend und wenigstens um den fünften Theil verringert wird. Hiernach scheint dieses Verfahren im Allgemeinen keineswegs empfehlenswerth, und es dürfte wohl vorzuziehen sein, eine aufgesetzte Wand zu wählen, falls es Bedingung ist, dem Bohlwerke ein recht regelmässiges Aeussere zu geben. In den meisten Fällen ist dieser Umstand indessen von untergeordneter Wichtigkeit, und dieses um so mehr, als sich manche andere sehr augenfällige Beschädigungen doch nicht vermeiden lassen: wenn man aber nur die möglichste Solidität beachten will, so ist es jedenfalls viel angemessener Rundholz zu verwenden, und an den Pfählen, nachdem sie bereits gesetzt sind, die innere Seite, wogegen die Bohlwand sich lehnt, in einer Flucht, die sich der ganzen Pfahlreihe anschliesst, zu beschlagen. Wenn die Pfähle auf eine grössere Länge freistehen, so lassen sie sich freilich, nachdem sie gerammt sind, noch einigermaassen richten, und dadurch kann man die Köpfe der beschlagenen Pfähle wieder in eine grade Linie bringen, und manche Unregelmässigkeiten, die beim Einrammen vorkamen, wieder aufheben; dieses Verfahren beeinträchtigt indessen die Solidität des ganzen Baues sehr wesentlich, denn jeder Pfahl, den man vor- oder zurückgezogen hat, behält die Tendenz, seine frühere Stellung wieder einzunehmen, und wenn er hieran durch die Verzapfung im Holme verhindert wird, so übt er einen fortwährenden Druck aus, und bei einem etwanigen starken Stosse durch ein gegenfahrendes Schiff, oder wenn der Holm bei eintretender Fäulniss seine frühere Festigkeit verliert, so sprengt der Pfahl die Backe des Zapfenloches ab, oder er spaltet den ganzen Holm, und tritt dann wieder so weit vor die Pfahlreihe vor, wie er ursprünglich stand.

Die Entfernung der einzelnen Pfähle von einander richtet sich nach der Stärke der Bohlen, die man zur Verschalung wählt:

letztere sind gewöhnlich 3 oder 4 Zoll stark und alsdann werden die Pfähle ziemlich allgemein in einem Abstande von 4 Fuss von Mitte zu Mitte eingerammt. Man giebt ihnen auch gewöhnlich eine starke Neigung, damit sie dem Erddrucke um so besser Widerstand leisten können.

Um die Bohlwerkspfähle untereinander zu verbinden und das Ausweichen eines einzelnen zu verhindern, versieht man sie gewöhnlich mit einem Holme, worin sie eben sowie die Ständer einer Holzwand in das Rahmstück verzapft und mit hölzernen Nägeln vernagelt werden. Der Holm sichert dabei die Pfahlköpfe vor dem Eintreten des Regenwassers, und es ist aus diesem Grunde auch nothwendig, dass die Zapfen nicht ganz hindurchreichen. Damit aber das Regenwasser auf dem Holme nicht zu stark sich ansammeln und in das Holz leicht eindringen kann, so wird seine Oberfläche nach beiden Seiten abgefasst, so dass sich in der Mitte nur ein schmaler Rücken bildet, der oft in eine scharfe Kante übergeht. Ausserdem pflegt man den Holm, nachdem er vollständig ausgetrocknet ist, noch zu theeren und auch wohl mit Hammerschlag oder Sand zu bestreuen.

Wenn der Holm aus mehrern Balken zusammengesetzt wird, so geschieht dieses gewöhnlich nur durch ein stumpfes Zusammenstossen, und dieses ist bei einem Bau, der so vielfältigen Beschädigungen ausgesetzt ist, wie ein Bohlwerk, auch wohl immer das Zweckmässigste, wenn man freilich dabei nicht vermeiden kann, dass sich das Wasser durch die senkrechte Fuge hindurch in den Pfahl hineinzieht. Man bringt andrerseits aber auch zuweilen eine Verblattung und zwar das schräge Hackenblatt an; dieses bildet, so lange das Holz noch unversehrt ist, ohne Zweifel eine festere Verbindung, sobald aber der genaue Schluss durch die allmählig eintretende Fäulniss verschwindet, so verbreiten sich die Beschädigungen wieder viel leichter. Der Stoss muss übrigens in jedem Falle über die Mitte eines Bohlwerkspfahles treffen und zur Hervorbringung einer innigern Verbindung sind noch eiserne Schienen, die man mit starken Nägeln oder mit Klammern befestigt, sehr wichtig: doch müssen dieselben einen halben oder wenigstens ein Drittelzoll stark und 2 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll breit sein, eben sowie auch die Nägel 6 bis 9 Zoll lang sein, wenn sie eine gehörige Verbindung darstellen sollen. Man kann diese Schienen auf der obern Fläche des

Holmes anbringen, indem alsdann aber das Wasser zwischen dem Eisen und dem Holze länger zurückgehalten wird, so veranlasst dasselbe hier leicht Fäulniss, und es ist daher vortheilhafter, die Schienen auf die Seitenfläche des Holmes zu bringen, und zwar möchte es einen Vorzug haben, hierzu die innere, von den Bohlen bedeckte Seite zu wählen, indem alsdann weder die Schiffe dagegen stossen können, noch auch eine Entwendung derselben so leicht möglich ist. Fig. 32 auf Taf. XXV. zeigt ein niedriges Bohlwerk, bei dem der Holm in der beschriebenen Art angeordnet ist, dabei findet nur die Abweichung statt, dass die Schiene, welche sonst nicht sichtbar gewesen wäre, sich auf der äusseren Seite befindet.

Die beschriebene Verbindung zwischen den Pfählen und dem Holme, ist keineswegs als besonders fest anzusehen, man muss daher in allen Fällen, wo ein Herabwerfen des Holmes, etwa durch das Gegenstossen von Schiffen zu besorgen ist, denselben noch auf andere Art und namentlieh durch übergelegte ügel zu halten suchen: wovon im Folgenden die Rede sein wird. enn man indessen auch keine Beschädigungen dieser Art berchtet, so ist die Verbindung immer nicht so fest, dass ein ärkerer Druck, den ein Pfahl erleidet, sich ganz sicher auf die chststehenden übertragen könnte und sonach das Abbrechen es einzelnen unmöglich wäre. Es ist schon erwähnt worden, ss die Backen von den Zapfenlöchern des Holmes unter gessen Umständen ausspringen, und dieses kann auch im vorgenden Falle leicht geschehen, da keineswegs die ganze Stärke Holmes hier in Anspruch genommen wird, sondern nur kleiner Theil des Querschnittes den Zapfen des Pfahles ückhalten soll. Aus diesen Gründen ist eine Anordnung, wie Fig. 33 zeigt, die man bei kleinern Bohlwerken in Holland ufig sieht, sehr angemessen. Statt des Holmes werden nämlich ei Zangen angebracht, welche die Bohlwerkspfähle umfassen, d deren Verbindung mit Schraubenbolzen eine weit grössere herheit der ganzen Wand gewährt. Diese Zeichnung stellt Bohlwerk bei Sloterdijk zwischen Amsterdam und Haarlem . Fig. 34 ist der Querschnitt eines höheren Bohlwerks, gleichs aus der Umgegend von Amsterdam, dieses ist nach demselben ncip angeordnet: es fehlt dabei nur die innere Zange, und die

äussere, gegen welche alle Pfähle wieder gebolzt sind, vertritt zugleich die Stelle der Ankerriegel. Hierbei sind die Pfahlköpfe nicht durch Holme bedeckt, wohl aber kann man durch aufgenagelte Brettstücke, wie dieses in letzterem Falle auch geschehen ist, das Eintreten des Wassers verhindern. Eine zu grosse Vorsicht ist aber in dieser Beziehung ganz überflüssig, da derselbe Pfahl oder Ständer weiter abwärts doch nicht vor Fäulniss geschützt werden kann, und es sonach ziemlich gleichgültig ist, ob bei der nothwendigen Erneuerung desselben eine andere Stelle gleichfalls bereits schadhaft geworden ist, oder diese sich noch in gutem Zustande befindet. Häufig geschieht es auch, wie Fig. 35 zeigt, dass ausser dem fortlaufenden Ankerriegel noch ein Holm angebracht ist. Diese Figur stellt ein Bohlwerk mit aufgesetzter Wand vor, das ich in Utrecht sah.

Gegen die beschriebene Pfahlwand oder gegen die aufgesetzte Wand lehnt sich die Verschalung oder die Bohlenwand; sie besteht gewöhnlich aus drei- oder vierzölligen Bohlen, die horizontal an die Pfähle oder Ständer genagelt sind. Zu diesem Zwecke müssen die Pfähle an der innern Seite nach der Schnur behauen werden, oder wenn sie schon früher behauen waren, so müssen ihre innern Seiten in eine Ebene fallen. Die Stösse der Bohlen treffen wieder jedesmal auf die Mitte eines Pfahles, und es dürfen nicht mehrere Stösse unmittelbar übereinander vorkommen. Das Annageln der Bohlen ist in sofern nothwendig, als sie sonst nicht regelmässig aufgebracht werden können: sobald das Bohlwerk aber hinterfüllt ist, so presst der Seitendruck der Erde die Bohlen schon gegen die Pfähle und es ist daher keine Veranlassung vorhanden, diese Befestigung besonders stark zu machen. Gewöhnlich werden die Bohlen an den Stössen mit eisernen, und ausserdem gegen jeden andern Pfahl mit einem hölzernen Nagel befestigt. Um in den Lagerfugen einen gehörigen Schluss darzustellen, versieht man die Bohlen zuweilen mit einer halben Spundung, oder man schmiegt sie schräge ab, jedoch in beiden Fällen so, dass die Fuge an der äussern Seite aufwärts gerichtet ist. Auf solche Art kann man freilich das Durchfallen der Hinterfüllungserde verhindern, allein die scharfen Kanten oder der geschwächte Rand der Bohle fault auch um so früher, und daher erscheint es angemessener, wenn man die Bohlen, nachdem sie recht grade ge-

sind, nur stumpf übereinander legt. Ein starkes Hindurch-
der Hinterfüllungserde darf man für die über dem Wasser
en Fugen nicht besorgen, besonders wenn die Erde etwas
ig ist; dagegen treiben durch die Fugen, welche grade
ellenschlage getroffen werden, leicht grosse Massen hin-
und man muss daher sehr sorgfältig sein, diese möglichst
iessen. Dieses geschieht am leichtesten und wohlfeilsten,
man von innen schlechte Dielen darüber nagelt. Hierzu
sich noch sehr gut die aus dem Sägeblocke geschnittenen
Dielen, und da sie nur die Fugen verdecken sollen, so
n sie auch nur wenige Zolle breit zu sein, und sonach
an diese Dielen noch ein oder zweimal nach ihrer Breite
und dadurch die Kosten derselben ermässigen.

Bohlenwand ist derjenige Theil des Bohlwerkes, der am
ten vergeht und daher am frühesten einer Reparatur bedarf:
rs zeigen diejenigen Gänge, die etwas über den gewöhn-
Sommerwasserstand treffen, sehr bald Spuren der Fäulniss.
en nicht nur durch die abwechselnde Nässe und Trocken-
aussen, sondern noch mehr durch die feuchte Erde von
die, wenn sie unrein ist, zum Entstehen und zur starken
ung des Schwammes Gelegenheit giebt. Indem nun aber
n den untern Bohlen die Reparaturen am schwierigsten
hren sind, so ist es angemessen, sie dadurch zu verstär-
ss man statt ihrer sechszölliges Halbholz oder schwaches
olz wählt.

lem die Bohlwerke ohne Fangedämme und ohne Wasser-
ig erbaut werden, so lässt sich die Bohlenwand nur bis
Wasserspiegel herabführen, und es entsteht die Frage,
n den untern Theil der Felder zwischen den Pfählen
en soll, wenn das Bohlwerk in tieferem Wasser ausge-
rd. Am sichersten geschieht dieses mittelst einer Spund-
oder auch wohl einer Stülpwand, auf deren Fachbaum
re Gang der Bohlenwand ruht. Zuweilen lässt man aber
Spundwand gleich bis zur ganzen Höhe des Bohlwerkes
chen. Fig. 33 zeigt eine Anordnung dieser Art, doch
lbe im Allgemeinen gewiss nicht zu empfehlen, indem die
im Holze, die sich immer zuerst in einer bestimmten
gt, hier nicht mehr einzelne, sondern vielmehr die sämmt-

lichen Bohlen trifft, und sonach eine Reparatur nicht anders v genommen werden kann, als durch Erneuung des ganzen Bo werkes. Im ersten Falle, wo nämlich die Bohlen horizontal ge die Pfähle genagelt sind, erstreckt sich die stärkste Beschädig nur auf einen oder zwei Gänge, und man braucht sonach bei ersten Reparatur nur diese zu erneuen.

Die Spundwände gehören immer zu den kostbarsten Anla und man wird dieselben daher nur da anwenden, wo sie nicht vermeiden lassen; dieses ist namentlich der Fall, wenn grosse Wassertiefe etwa von 8 oder mehr Fuss unmittelbar dem Bohlwerke stattfindet, und besonders auch, wenn eine st Strömung vorbeigeht, die ein tiefes Auskolken befürchten l Kommen diese Umstände nicht vor, so ist die Spundwand selbst die Stülpwand entbehrlich, man bringt aber die un Gänge der Bohlenwand in ähnlicher Art unter das Wasser, dieses bereits bei Gelegenheit der Fangedämme (I. Seite 689) schrieben ist. Fig. 32 *a* zeigt dieses Verfahren. Nachdem lich die Pfahlwand mit dem Holm versehen ist, so baggert an der innern Seite derselben einen Graben aus, der so tief muss, als möglicher Weise die Auskolkungen neben dem werke sich erstrecken können. Alsdann bildet man eine aus Bohlen von solcher Höhe, dass dieselbe von der Sohl Grabens bis über das Wasser reicht; das letzte ist nothwe damit man sie mit einigen Nägeln wagerecht befestigen Ist dieses geschehen, so füllt man den Graben von der in sowie auch von der äussern Seite wieder gehörig aus und den übrigen Theil der Bohlwand in der beschriebenen Ar zur vollen Höhe herauf.

Die Beschaffenheit des Hinterfüllungs-Material keineswegs gleichgültig, denn nicht nur, dass die feinern und zusammenhängenden Erdarten leicht durch die Fugen ge werden, so kommt es auch darauf an, dass die Erde nicht die Fäulniss und die Bildung des Schwammes befördert. I den Beziehungen ist gewiss eine feste Thonerde oder ei bindender Lehm sehr brauchbar, und derselbe wird daher unmittelbar hinter den Bohlen aufgebracht: man giebt diesen den zuweilen die Stärke von mehrern Fussen und alsdann

en auch gewiss nicht zu verkennen, doch häufig reduzirt sie, der Kostenersparung wegen, auf einige Zolle, wodurch ist ganz nutzlos werden. Was die Sicherung des Holzes Fäulniss und Schwamm betrifft, so besitzt der Thon wohl besondern Eigenschaften, die ihn vor den sonst vorkommenein mineralischen Erden auszeichnen: ich habe wenigstens kt, dass eine Sandschüttung sich mindestens eben so vorft zeigt, und dass diejenigen Ufereinfassungen, welche Jahrle hindurch mit Sand verdeckt waren, sobald sie wieder orscheine kamen, keine Spur von Fäulniss bemerken liessen, ber war in der Höhe, wohin sich abwechselnd die Feuchtigzogen hatte, die weichere Holzmasse zwischen den Jahresstark angegriffen und zum Theil zerstört: mit Rücksicht Länge der Zeit hatte das Holz sich aber sehr gut erhalten. h dürfte der reine Kiessand, und ebenso auch wohl jede e Mischung desselben mit Thon, dem reinen Thone nicht hen. Dagegen sind die vegetabilischen und animalischen und besonders wenn sie sich schon in Humus verwandelt sehr nachtheilig: wo sie die Bohlen berühren, bildet sich ler Schwamm aus, der in weit ausgedehnten Ranken und len verschiedensten Formen alle Theile des Bohlwerkes, sie über Wasser liegen, durchzieht und ihre Zerstörung rdentlich beschleunigt. Man muss sich daher besonders eine Erde, welche in dieser Art verunreinigt ist, an das k zu bringen, und es ist sogar keine übertriebene Vorwenn man Hobelspäne und sonstige Stoffe, die bald in s übergehen, sorgfältig entfernt.

as dagegen das Durchfallen der Erde zwischen den Bohlen so wird durch die horizontalen Fugen weder der trockne er nasse Sand hindurchdringen, und nur in dem Falle, ch bedeutende Wassermassen durchziehen, reissen diese die rnchen mit sich. Der übelste Umstand ist hierbei aber, eits erwähnt worden, der Wellenschlag, der eine ununtere Durchströmung erzeugt, die um so heftiger wird, je Oeffnungen sich im Innern bilden. In dieser Beziehung ie Thonwand auch keinen dauernden Widerstand, sie wird ilich das Einstürzen der Hinterfüllungserde um so länger rn, je stärker sie ist. Wenn daher das Bohlwerk einem

heftigen Wellenschlage ausgesetzt ist, so lassen sich we
Fugen hinreichend dichten, noch auch kann die Hinterfüllun
gegen ein starkes Einstürzen gesichert werden. Das einzige
dagegen besteht darin, dass man in der ganzen Höhe, welc
den Wellen erreicht wird, statt der Hinterfüllung eine regeln
Verpackung von Steinen ohne Anwendung eines feineren M
anbringt: auf diese legt man einen dicht schliessenden I
boden, worauf alsdann die gewöhnliche Ausfüllung mit Erde
Dieses Verfahren ist indessen nicht nur in der ersten Anla
kostbar, sondern es erschwert auch jede vorzunehmende Re
aber nichts desto weniger sieht man sich zuweilen dazu gez
und namentlich geschieht dieses bei den vorspringenden
der Bohlwerke, welche etwa den Uebergang zu einer flache
böschung bilden. An den Flüssen oder Strömen des Binn
wird eine solche Vorsicht wohl immer überflüssig sein.

Wenn die Bohlwerkspfähle etwa auf 8 Fuss Län
darüber freistehen, oder wenn der Boden, in welchem si
rammt sind, besonders lose ist, so können sie leicht du
Druck der Hinterfüllungserde herausgedrängt oder zurück
werden: man muss sie alsdann durch Erdanker unte
wenn das Bohlwerk aber durch eine aufgesetzte Wand
wird, so dürfen die letzteren auch bei einer geringeren H
Bohlwerks nicht fehlen. Es wäre kaum zu erwähnen,
Verankerung die nöthige Festigkeit haben muss, um de
der Erde sicher aufzuheben: diese Bemerkung rechtfer
aber dadurch, dass man nicht selten, und namentlich w
Bau auf Entreprise ausgeführt wird, grade auf diesen T
durch die Ueberschüttung mit Erde sehr bald dem Auge
wird, die mindeste Sorgfalt verwendet. Es schadet gewis
wenn man zu den Ankerbalken und Riegeln und selbst
Ankerpfählen krummgewachsenes Holz benutzt, aber ke
dürfen diese Theile aus angefaulten oder solchen Stäm
gerichtet werden, die durch langes Liegen an der Luft
Wasser ihre Festigkeit schon verloren haben, auch ist
unzulässig, Stücke stark über den Span zu schneiden.
der Fall vorgekommen, dass alle Anker in der hölzernen I
wand einer Schleuse zerrissen, und die nähere Untersuchu
dass die Ankerbalken aus krummen Eichenstämmen s

schnitten waren, dass keine einzige Holzfaser in der ganzen Länge
eines Ankers hindurchging.

Es entsteht hierbei zunächst die Frage, in welcher **Höhe**
die Erdanker angebracht werden sollen. Da man denselben keine
absolut feste Stützpunkte geben kann, und sie daher um so leichter
nachgeben, je stärker der Zug ist, dem sie ausgesetzt sind, so ist
es im Allgemeinen gewiss vortheilhaft, wenn sie möglichst hoch
den Pfahl fassen. Indem nämlich der Bohlwerkspfahl mit dem
untern Ende im Boden steckt, so kann man ihn als einen ein-
rmigen Hebel ansehen, dessen Drehpunkt etwa in der Mitte des
i der Erde befindlichen Theiles liegt; der Seitendruck der Hinter-
illungserde bildet die Last und der Zug des Erdankers die Kraft,
elche das Gleichgewicht erhalten soll. Auf solche Art ist das
atische Moment gegeben, und der erforderliche Zug verhält sich
ngekehrt, wie die Entfernung des Angriffspunktes von dem
rehpunkte. Es scheint dieses die angemessenste Auffassung der
ufgabe zu sein, man hat sie indessen sonst unter einem ganz
rschiedenen Gesichtspunkte gelöst, und die Voraussetzung ein-
führt, dass die Tendenz zum Zerbrechen des Pfahles oberhalb
d unterhalb des Ankers gleich gross ist. Auf diese Art kommt
an zu dem Resultate, dass das Erdanker in der halben Höhe
s freistehenden Theiles angebracht werden muss, dabei ist aber
ch die Voraussetzung gemacht, dass der Pfahl im Boden ganz
tsteht und er bei einer eintretenden Bewegung in der Oberfläche
sselben abgebrochen werden muss. Es darf kaum erwähnt
rden, dass diese Bedingungen in der Wirklichkeit nicht vor-
mmen, auch möchte es wohl wenige Beispiele dafür geben, dass
rankerte Bohlwerkspfähle durch den Erddruck abgebrochen wären,
gegen ein Nachgeben der Anker sich sehr häufig zeigt. Man
nn indessen im vorliegenden Falle sich durch solche Gründe,
e aus der Statik entnommen sind, nicht allein leiten lassen.
er ganze Bohlwerksbau wird ohne Senkung des Wassers in der
ugrube ausgeführt, daher ist es unmöglich, das Anker unter
s niedrigste Wasser zu legen, und andrerseits muss es auch
n der Hinterfüllungserde bedeckt bleiben, weil es sonst den
sseren Beschädigungen zu sehr ausgesetzt wäre. Durch diese
dingung wird in vielen Fällen die Wahl der Höhe schon auf
hr nahe Grenzen beschränkt, sobald man aber noch eine andere

Bedingung einführt, nämlich dass der Ankerbalken nebst Riegel und Ankerpfählen möglichst vor Fäulniss geschützt bleiben sollen, so muss man alle diese Theile in die stets nasse Erde nahe über dem niedrigsten Wasser bringen. Die letzte Rücksicht ist mit sehr seltenen Ausnahmen die wichtigste, denn welche Construction man auch wählen mag, so hängt die Wirksamkeit der Verankerung immer davon ab, dass das Holz fest bleibt: fängt es an zu verrotten oder zu faulen, so drücken sich sogleich die Theile in einander, die Nägel und Klammern stellen keine feste Verbindung mehr dar, und das Anker giebt nach, wodurch es seinen ganzen Zweck verfehlt.

Ein andrer Umstand, der für die Verankerung sehr wichtig ist, bezieht sich darauf, dass die Pfähle, welche den festen Stützpunkt bilden sollen, nicht in der frisch aufgeschütteten Hinterfüllungserde, sondern in einem gehörig festgelagerten Boden eingerammt werden müssen, weil sie nur in diesem Falle den nöthigen Widerstand leisten können. Auf solche Art hängt die Länge des Ankerbalkens und ebenso auch die der Ankerpfähle von der Beschaffenheit des Ufers ab. Endlich wäre bei der Angabe der allgemeinen Bedingungen auch noch zu erwähnen, dass die Erdanker wenigstens an beiden Enden gehörig unterstützt werden müssen, weil sie sonst an dem allgemeinen Setzen der Hinterfüllungserde Theil nehmen und die eisernen Bügel oder Bolzen, womit sie gegen die Bohlwerkspfähle befestigt sind, brechen. Man bemerkt es sehr häufig, wie die erwähnten Eisenstücke sich durchweg gebogen haben, und bei näherer Untersuchung zeigen sich auch vielfache Risse und vollständige Brüche darin, so dass eine Verankerung, welche in dieser Beziehung nicht gehörig gesichert war, auch keine Festigkeit hat.

Die Verankerung kann auf sehr verschiedene Art bewirkt werden: der Ankerbalken fasst entweder unmittelbar einen einzelnen Bohlwerkspfahl, oder passender einen Balken, der als Zange vor allen Pfählen vorbeigeht und an jeden einzelnen angebolzt ist. Fig. 34 zeigt die letzte Anordnung: der Ankerbalken liegt mit seinem Kopfe auf der Zange und ist in dieselbe verkämmt. Auf solche Art ist er nicht nur selbst gehörig unterstützt, sondern es erstreckt sich auch seine Wirksamkeit gleichmässig auf die sämmtlichen benachbarten Pfähle. Das Vortreten des Balkenkopfes und

lbst der Zange vor der äussern Fläche der Pfahlwand ist in-
ssen, wenn grössere Schiffe am Bohlwerke liegen sollen, für
eselben leicht nachtheilig, und die vorstehenden Köpfe können
ch abgebrochen werden. Man wählt daher zuweilen eine etwas
geänderte Einrichtung, die Fig. 35 zeigt. Ich muss aber be-
rken, dass eben bei dem Bohlwerke in Utrecht, welches diese
gur darstellt, die sämmtlichen Köpfe der Ankerbalken in der
chtung des durchgehenden Schraubenbolzens gespalten waren.
Ufer waren je zwei Ankerpfähle eingerammt, gegen welche
n kurzer Riegel sich stützte, und auf letzteren war das hintere
nde des Ankerbalkens verkämmt. Diese Befestigungsart ist die
wöhnliche, und gewiss verdient sie wegen ihrer Solidität vor
n meisten übrigen den Vorzug.

Fig. 36 stellt eine Verankerung vor, die ich in Antwerpen
i einem Bohlwerke an der Schelde anbringen sah, welches etwa
Fuss über das niedrige Wasser sich erhob. Der Abstand der
fähle betrug 5 Fuss und ein Pfahl um den andern war ver-
kert. Die Zange liegt hier auf der innern Seite der Bohlwerks-
fähle, und zwei Ankerbalken umfassen den Pfahl: sie sind mit
mselben nicht nur durch einen herumreichenden Bügel, sondern
ch durch einen Bolzen verbunden. Rückwärts ruhen beide
nkerbalken auf einem Riegel, in den sie verkämmt und verbolzt
nd, und ein einziger Ankerpfahl genügt zur Stützung des Riegels.

Statt die Ankerbalken auf die Riegel zu verkämmen, pflegt
an auch zuweilen die erstern zu durchlochen und den letztern
indurchzustecken, wie dieses Figur 37 zeigt. Diese Anordnung
rscheint insofern nicht unpassend, als man bei einer keilförmigen
orm des Riegels durch starkes Eintreiben desselben die ganze
erankerung gleich gehörig spannen kann, so dass bei der darauf
olgenden Hinterfüllung mit Erde jede Bewegung des Bohlwerkes
erhindert wird: nichts desto weniger muss man doch Bedenken
ragen, mittelst dieses sehr dünnen Riegels den Zug des Anker-
alkens auf die Pfähle zu übertragen, indem derselbe für die
Dauer nicht die nöthige Festigkeit erwarten lässt, besonders wenn
nach einigen Jahren das an sich schon schwache Holz noch durch
lniss leidet. Ebensowenig kann die in Fig. 38 dargestellte
mittelbare Verbindung des Ankerbalkens mit dem Ankerpfahle
gebilligt werden, denn der durchgehende und verkeilte Zapfen,

der hierzu dienen soll, ist gleichfalls zu schwach, um die nöthig Sicherheit zu versprechen. Die in Fig. 39 angegebene Befestigungs-art des Ankerbalkens, welche sich durch eine Verstrebung de Ankerpfähle von den beschriebenen unterscheidet, ist zwar au für gewöhnliche Bohlwerke vorgeschlagen worden, doch lässt si sich selten ausführen, wenn man nicht das Anker weit über de Wasserspiegel verlegen will. Dagegen ist diese Anordnung fü Wände von hölzernen Schleusen passender, weil bei deren Aus-führung die Baugrube trocken gelegt wird und sonach die unter Enden der Streben unter dem niedrigsten Wasserstande auf di Stützpfähle aufgeklaut werden können.

In den drei letzterwähnten Figuren sind solche Verbindunge dargestellt, wobei die Köpfe der Ankerbalken nicht gehörig unter-stützt sind und sonach eine Senkung eintreten muss. Man kan freilich den Balken noch auf der Bohlenwand ruhen lassen, wi Fig. 37 zeigt, doch erhält er dadurch auch keine sehr sicher Unterstützung, und ausserdem vermeidet man es auch gern, di Bohlenwand zu durchschneiden, woher gewöhnlich der Ankerbalke nur bis an sie heranreicht, aber nicht hindurchgeht.

In Fig. 38 und 39 sind die Ankerbalken mit den Bohlwerks-pfählen durch eiserne Bügel verbunden, in Fig. 37 dagege durch Schraubenbolzen. Beide Verbindungsarten kommen vor die letztere ist wohlfeiler, weil man weniger Eisen dabei gebraucht und sie gewährt auch noch den Vortheil, dass man durch scharfe Anziehen der Schraubenmutter gleich einige Spannung hervor bringen und solche auch später wieder darstellen kann. Die vor-stehenden Schraubenbolzen sind aber für die Schiffe sehr nach-theilig, und indem die Muttern leicht gelöst und entwendet werden so ist der Bügel im Allgemeinen vorzuziehen. Da das Eisen welches der Witterung ausgesetzt ist, bald durch den Rost zu leiden pflegt, so muss man dem Ankerbügel eine hinreichende Stärke nämlich von einem halben oder wenigstens von einem Drittel-Zol geben: die Breite desselben beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zolle, und er mus so lang sein, dass er auf jeder Seite wenigstens auf $1\frac{1}{2}$ Fus Länge den Ankerbalken berührt. Auf solche Art ist die Be-schaffung der Bügel zwar etwas kostbar, doch lässt sich diese nicht vermeiden, wenn die ganze Verankerung nicht ihren Zweck verfehlen soll. Wenn man aber starkes Eisen anwendet, so zeigt

ch bei spätern Neubauten noch der grosse Vortheil, dass die ügel zum Theil unbeschädigt sind und sie sogleich wieder gebraucht werden können. Das Aufbringen der starken Bügel ist insofern schwierig, als sie sich genau an die Pfähle anschliessen müssen: sind die Pfähle regelmässig beschlagen, so lässt sich dieses leichter erreichen, doch müssen die Kanten im Holze vorher gebrochen sein, weil sich sonst in den scharfen Biegungen des Bügels schwache Stellen bilden würden. Wenn dagegen die Pfähle aus Rundholz bestehen, wobei häufig der Umfang des Querschnittes sehr bedeutend von der Kreisform abweicht, so ist es am zweckmässigsten, dass man mit einer bleiernen Schiene, die man um den Pfahl und das vordere Ende des Ankerbalkens herumlegt, die Form des Bügels abnimmt und letzterer darnach geschmiedet wird. Man bestreicht den Bügel, bevor er noch erkaltet ist, mit Theer, wodurch er etwas gegen den Rost gesichert ist. Zur Befestigung des Bügels dienen Nägel und eiserne Klammern, dieselben müssen aber gehörig stark sein und mindestens die Länge von etwa 6 Zollen haben. In Fig. 40 ist eine Klammer und die Art ihrer Befestigung dargestellt. Zweckmässiger ist es indessen, statt der Klammern an beiden Enden des Bügels einen Schraubenbolzen hindurchzuziehen. Die Befestigung des Bügels gegen den Bohlwerkspfahl ist nicht nur überflüssig, sondern sogar nachtheilig, indem dadurch eine Schwächung grade an der Stelle eintreten würde, wo ein Bruch immer am meisten zu besorgen ist. Was über die nöthige Stärke und Länge des Bügels gesagt ist, gilt auch von der Schiene, die mit dem in Fig. 37 dargestellten Schraubenbolzen verbunden ist.

Nachdem die Haupttheile eines Bohlwerkes beschrieben sind, ist es noch nöthig, von manchen seltener vorkommenden Eigenthümlichkeiten zu sprechen, die in gewisser Beziehung zweckmässig erscheinen und die daher unter Umständen auch Nachahmung verdienen.

Bélidor *) rühmt das Talent, welches der Director der Fortificationsarbeiten, Clement, für Anlagen dieser Art gehabt hat, und er theilt die Beschreibung und Zeichnung eines Bohlwerkes mit, das nach dem Plane desselben in Dünkirchen ausgeführt wurde:

*) Architecture hydraulique III. p. 231.

Fig. 41 *a* und *b* stellt den Bau im Profile und in der Ansicht von oben dar. In der letzten Figur ist indessen der Holm abgenommen gedacht, um die Anordnung der Anker um so deutlicher zu zeigen. Es findet hier eine doppelte Verankerung statt, wie solche bei sehr hohen Bohlwerken auch häufig gewählt wird, beide Reihen von Ankern werden aber von denselben durchgehenden Ankerriegeln gehalten. Das Sacken der Ankerbalken ist nicht nur durch die gehörige Unterstützung derselben an beiden Enden verhindert, sondern sie ruhen ausserdem noch auf je zwei Zwischenpfählen. Der Ankerriegel ist gleichfalls gehörig befestigt, und zwar stehen die Ankerpfähle auch an seiner hintern Seite, so dass er nicht nur das Bohlwerk gegen den nach aussen gerichteten Seitendruck der Erde schützt, sondern auch gegen Stösse, die etwa durch den Wellenschlag oder das starke Anfahren von Schiffen verursacht werden, und wodurch die Wand zurückgedrängt werden könnte. Die letzte Vorsicht ist in Seehäfen keineswegs überflüssig. Eine Spundwand fehlt dem Bohlwerke, dagegen sind aber auf der innern Seite der Pfähle Faschinen versenkt, welche das Durchfallen der Hinterfüllungserde gleichfalls verhindern. Hierdurch lassen sich zwar die Kosten sehr ansehnlich ermässigen, es tritt dabei aber der Uebelstand ein, dass die Faschinen nach und nach stärker comprimirt werden und daher die Hinterfüllungserde in der ersten Zeit wenigstens stark zu sacken pflegt. Endlich ist noch auf die 6 Fuss starke Thonwand hinter dem Bohlwerke aufmerksam zu machen.

An Orten, wo die Holzpreise niedrig sind, pflegt man Bohlwerke, die keine grosse Höhe haben, nur aus übereinandergelegten Balken aufzuführen, welche ohne eigentliche Bohlwerkspfähle allein durch zahlreiche Anker gehalten werden. Diese Construction stimmt nahe überein mit den sogenannten Senkkasten, die man ebensowohl bei Seeufer- und Hafenbauten, wie auch als Regulirungswerke für Gebirgsflüsse anwendet. Fig. 42 *a* und *b* zeigt die Uferschälung an der bisherigen Mündung der Weichsel neben Neufahrwasser und Weichselmünde. Die Balken ruhen auf einer alten meist sehr unregelmässig eingerammten Pfahlreihe, und der untere Gang ist hierauf verzapft und mit hölzernen Nägeln befestigt, der Zwischenraum zwischen den Pfählen ist aber auf der innern Seite durch Faschinen ausgefüllt. Die einzelnen Balken liegen stumpf

übereinander und ebenso sind sie auch an ihren Enden zusammengestossen: sie werden aber gegen einander durch eine grosse Menge von Spitzbolzen befestigt, die etwa 20 Zoll lang und ¾ Zoll stark sind, und die jeden einzelnen Balken in Abständen von 6 zu 6 Fuss mit dem zunächst darunter liegenden verbinden. Ausserdem wird die Wand durch eine grosse Menge von Erdankern gehalten, die mit ihren Köpfen schwalbenschwanzförmig zwischen die Balken greifen und hinten auf einen gemeinschaftlichen durchgehenden Riegel aufgekämmt sind. Letzterer wird wieder durch Ankerpfähle gestützt. Die Anker liegen nach Maassgabe der Höhe der Wand in einer oder zwei, oder auch wohl in drei Reihen übereinander, und ihr Abstand in jeder Reihe beträgt 12 Fuss. Wenn ein solcher Bau einen Anlegeplatz für Schiffe bildet, so pflegt man noch in Abständen von 12 Fuss einzelne Kopfpfähle davor einzurammen, wodurch die Balkenwand vor dem unmittelbaren Aufstossen der Schiffe gesichert wird. Obgleich diese Construction sehr kostbar ist, so gewährt sie doch auch bei vorkommenden Reparaturen den Vortheil, dass die Beschädigungen sich keineswegs auf die sämmtlichen Verbandstücke erstrecken, sondern es zeigen sich solche vorzugsweise nur an denjenigen Balken, welche etwa einen Fuss über dem gewöhnlichen Sommerwasserstande liegen: es genügt daher, diese und vielleicht einige Anker durch neue zu ersetzen, während die übrigen Balken und Anker mehrmals wieder benutzt werden können: auch die eisernen Bolzen halten sich sehr lange, so dass sie entweder ganz unbeschädigt sind, oder sie vor dem Wiedergebrauche nur gestreckt und mit einer Spitze versehen werden dürfen.

Die Kopfpfähle, von denen so eben die Rede war, bringt man zuweilen auch da an, wo das Bohlwerk schon mit einer vollständigen Pfahlreihe versehen ist: sie verdecken alsdann den Holm und die vor den Pfählen liegende Zange und gewähren jedenfalls den Schiffen während des Wellenschlages eine grössere Sicherheit, während sie andrerseits auch das Bohlwerk vor solchen Beschädigungen schützen, welche beim Anlegen und Gegenstossen der Seeschiffe sich leicht ereignen. Dazu kommt noch der Nutzen, [illegible] beim Eisgange haben, woher sie auch Eispfähle genannt [illegible] Wenn nämlich der Eisgang eintritt und grosse Schollen [illegible] Eises vorbeitreiben, so werden die Bohlwerkspfähle dadurch

stark beschädigt, das Eis wirkt wie eine Säge darauf und sch
das Holz sehr regelmässig ein, so dass die am weitesten
stehenden Pfähle auch am meisten leiden. In Pillau wurde
dem Eisgange fast in jedem Jahre einzelne Pfähle ganz d
schnitten, und die sämmtlichen Bohlwerkspfähle am sogena
hohen Bohlwerke litten dadurch viel stärker, als durch die Fä
Eine Verkleidung der Pfähle mit eisernen Schienen, die
versucht wurde, war für die Schiffe gar zu nachtheilig, u
blieb demnach nur das Mittel übrig, vor dem Bohlwerke eine
von Kopfpfählen einzurammen. Dieselben waren freilich der
störung durch das Eis ganz besonders ausgesetzt, sie liesse
indessen durch andere ersetzen, ohne dass man das Boh
selbst aufzunehmen brauchte, und sonach war ihre Erneuun
weniger kostbar und schwierig, als die der eigentlichen
werkspfähle: auch hatte es keinen Nachtheil, wenn man
krumme oder gewundene Stämme nahm.

Fig. 43 zeigt den Querschnitt eines Bohlwerkes, welch
einer vollständigen Pfahlreihe und ausserdem noch mit Kopfp
versehen ist: es ist dieses ein Bohlwerk, das ich in Warne
sah, und damit stimmen ziemlich genau die sämmtlichen Bohl
in den Mecklenburgischen Häfen und in deren Nachbarschaft üb

Um ein Beispiel von der Verbindung der Spundwa
dem Bohlwerke zu geben, wähle ich diejenige Construction,
in dem Pillauer Hafen seit langer Zeit eingeführt ist, und
wegen ihrer Einfachheit und Solidität wohl eine Erwähnun
dient, zugleich sollen bei dieser Gelegenheit noch manche E
heiten in Betreff der Ausführung mitgetheilt werden.
erwähnte Bohlwerk erhebt sich 6 bis 9 Fuss über den ge
lichen Wasserstand, und die beiden Hafenbassins, die es umsc
haben eine Wassertiefe von 6 bis 14 Fuss, doch kommt die g
Tiefe nicht unmittelbar neben den Bohlwerken vor, sie wir
nur erhalten, um die Tragfähigkeit neuer Schiffe zu p
Fig. 44 *a* und *b* auf Tafel XXVI. zeigt das Bohlwerk im
schnitt und in der Ansicht von oben, und zwar bezieht si
in der ersten Figur angedeutete Erdböschung auf den Fall
das Bohlwerk an einer Stelle ausgeführt werden soll, wo
noch keines existirte, oder aber dass es etwa zur Darstellun
regelmässigeren Fluchtlinie vor dem früheren herausgerück

Der Anfang des Baues wird mit dem Einrammen der Spundwand gemacht: unter den hier angenommenen Umständen kann dieses nicht ohne besondere Rüstung geschehen, auf welche die Ramme gestellt wird. Gegen diese Rüstpfähle lassen sich auch die Zwingen entweder unmittelbar befestigen, oder sie bieten doch wenigstens Gelegenheit, dass man dieselben entweder absteifen oder anziehen und sonach genau einstellen kann. Die Spundwand besteht aus 6 Zoll starken und 20 Fuss langen Pfählen: über das Zurichten und Einrammen derselben ist nach dem, was früher (Theil I. §. 40) gesagt worden, nichts hinzuzusetzen, es muss aber angeführt werden, dass, wenn das Bohlwerk bei dem Umbau gegen die frühere Uferlinie zurückgezogen werden soll, alsdann nicht nur die Erde abgegraben und sämmtliches Holz des alten Baues entfernt werden muss, sondern es erleichtert sich die Arbeit des Einrammens der Spundwand auch sehr bedeutend, wenn man in der Richtung derselben einen etwa 5 Fuss tiefen Graben durch Ausbaggern darstellt.

Die Spundwand kann ohne Nachtheil bei einem Wasserstande, der um ein oder zwei Fuss den niedrigsten übertrifft, ausgeführt werden, sobald man aber den Bau fortsetzen und den Fachbaum auf die Spundwand aufbringen will, so darf dieses nur bei niedrigem Wasser geschehen. Doch auch in diesem Falle muss die Spundwand wenigstens 6 Zoll tief unter Wasser abgeschnitten werden, damit der Fachbaum fortwährend, wenn auch nicht in seiner ganzen Höhe, doch wenigstens grossentheils unter Wasser bleibt. Es ist klar, dass ein Anschneiden von Zapfen, die in den Fachbaum genau eingreifen, im vorliegenden Falle unterbleiben muss, und selbst die Darstellung einer ganz ebenen Oberfläche wäre nur mittelst einer Grundsäge möglich. Es kommt indessen hier auf eine grosse Sorgfalt weniger an, und da überhaupt nur in einer geringen Tiefe unter Wasser gearbeitet wird, so kann der Zimmermann mit der Queraxt genau genug diese Arbeit verrichten. Zuerst wird von einer Rüstung, und auf der andern Seite von einem Flosse aus die Spundwand mittelst einer Säge dicht über Wasser abgeschnitten, um das beschwerliche Abhauen nicht auf eine zu grosse Höhe vornehmen zu dürfen. Sodann stellt sich der Zimmermann auf die Spundwand und haut einen Pfahl nach dem andern bis zur vorgeschriebenen Tiefe ab, indem er

durch Aufsetzen des Zollstockes sich von der Regelmässigk Arbeit überzeugt. In dieser Art lässt sich ohne grosse Sch keit, wenn das Wasser zufällig wachsen sollte, die Spu auch noch einen vollen Fuss unter dem Wasserspiegel absch

Demnächst kommt es darauf an, den Fachbaum aufzub Derselbe muss aus einem recht festen und womöglich auc starken Balken bestehn: er hatte gewöhnlich eine Höhe und von 15 Zoll. Der Fachbaum muss sich ferner genau Spundwand anschliessen, damit letztere in ihm eine sichere gegen den Druck der Hinterfüllungserde findet: da die wand aber, besonders bei unreinem und sehr festem Grund so regelmässig ausgeführt werden kann, dass die Ränder obern Fläche grade Linien bilden, und vielmehr hierin Abweichungen von mehreren Zollen vorkommen, so muss di tretende Backe des Fachbaums, wogegen sich eben die S wand lehnt, diese Abweichungen gleichfalls darstellen. Aus Grunde ist es nicht mehr möglich, den Fachbaum mit einer ständigen Nuthe zu versehen, in welche die Spundwand in vollen Stärke eingreift, denn in diesem Falle würden die Bac an einer oder der andern Seite zu schwach ausfallen, und muss sich vielmehr begnügen, nur eine Backe und zwar äussere darzustellen, auf die es in der That auch allein ankomm Selbige muss aber überall mindestens 6 Zoll breit werden, wo gegen es nichts schadet, wenn der Fachbaum mit seiner inner Seite auch stellenweise mit der Spundwand bündig liegt.

Um die Abweichungen in der Richtung der Spundwand von der graden Linie auf den Fachbaum zu übertragen, schnürt man auf der Oberfläche der ersten, nachdem sie, wie erwähnt worden, dicht über dem Wasser abgesägt ist, die Mittellinie des Fachbaumes, oder eine andere damit parallele Linie ab, und indem auf der Rüstung dicht darneben der Fachbaum, und zwar umgekehrt liegt, und die entsprechende Linie auf demselben gleichfalls abgeschnürt ist, so überträgt man von Fuss zu Fuss die Abstände der äussern Kante der Spundwand auf den letzteren und bezeichnet dadurch die innere Seite der Backe, an welche die Spundwand sich scharf anschliessen muss. Während nunmehr das Holz neben der Backe auf 6 Zoll Tiefe ausgearbeitet wird, so erfolgt gleichzeitig das erwähnte Abschneiden der Spundwand.

Alsdann kann man den Fachbaum auflegen, doch ist es nothwendig, dass man ihn aufnagelt, um ihn vorläufig zu halten: zu diesem Zwecke wird er im Abstande von 12 zu 12 Fuss mit einem durchgebohrten Nagelloche versehen, und zwar muss dieses immer in die Mitte eines Spundpfahles treffen, was sich gleichzeitig beim Uebertragen der äussern Fläche der Spundwand leicht bewirken lässt. Man bringt den Fachbaum zuerst ungefähr an seine Stelle, und da er schon vom Wasser gehoben wird und er sonach nicht fest liegt, so legt man einige Rüstbohlen vom Ufer aus darüber, und treibt ihn nun mit Schlägeln sowohl der Länge nach an den vorhergehenden Fachbaum, als auch seitwärts an die Spundwand scharf an, und setzt in die Bohrlöcher lange Nägel oder Spitzbolzen ein, die, wenn sie etwa 6 Zoll weit in die Spundpfähle greifen, den Fachbaum vorläufig hinreichend halten, selbst wenn ganz unter Wasser liegen sollte. Wenn dieses geschehen ist, kann man mit der Hinterfüllung vorgehen und bis zum Wasserspiegel, oder auch wenig darüber die Erdschüttung darstellen. Man reicht dadurch nicht nur den Vortheil, dass man alle Rüstungen den ferneren Bau entbehrt, sondern die frisch angeschüttete de wird auch durch die Aufstellung der Utensilien und Materialien d durch das Darübergehen der Arbeiter gleich stark comprimirt. e Fachbäume werden nur stumpf an einander gestossen, doch es gut, sie durch eine von oben aufgenagelte Schiene zu rbinden.

Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auf den Fall, dass r Wasserstand während der Zeit des Neubaues sehr niedrig ist: ses kommt natürlich nicht immer vor, und da man unrecht n würde, einen Bohlwerksbau abzubrechen und das Eintreten n kleinerm Wasser längere Zeit hindurch zu erwarten, so bleibt hts anderes übrig, als bei der ersten Anlage einige Abänderungen treten zu lassen, die bei der nächsten Reparatur oder bei Geenheit der Erneuung der Bohlwerkspfähle erst beseitigt werden. drerseits kann es aber auch vorkommen, dass die ganze Spundnd sich bis zu der beabsichtigten Tiefe nicht einrammen lässt, d man sonach in die Verlegenheit kommt, sie durchweg um hrere Fuss abzuschneiden, während dieser Theil doch wenigstens selbe Dauer verspricht, wie die Bohlenwand, durch welche man ersetzen will. In beiden Fällen schneidet man die Spundwand

in der grössten Höhe, die sie erhalten kann, horizontal ab,
befestigt daselbst mittelst Schraubenbolzen von der innern
äussern Seite ein Paar Zangen dagegen. Diese Zangen verse
die Stelle des Fachbaumes, wenn aber die Spundpfähle eine
überflüssige Länge erhalten haben sollten, dass sie die für
ganze Bohlwerk bestimmte Höhe erreichen, so ist es nöthig, ei
Fachbaum darüber zu legen, damit das Hirnholz der Pfähle n
der Witterung ausgesetzt bleibt, man braucht alsdann aber
Pfahlreihe davor mit keinem Holme zu versehen und die Pf
nur gegen den Fachbaum zu bolzen. Hierher gehört auch
Fall, wenn wegen der geringen Wassertiefe keine Spundw
sondern nur eine Stülpwand (vergl. Theil I. Seite 632) gew
wird: dieselbe ist nicht so stark, dass man einen Fachbaum da
legen könnte, man schiebt also nur eine starke Bohle, oder
Stück Halbholz an ihrer äussern Seite herab, welches den Sei
druck auf die Bohlwerkspfähle überträgt und worauf die B
wand ruht. Für alle diese Fälle muss aber noch bemerkt wer
dass man die Hinterfüllung mit Erde nicht viel über den g
stattfindenden Wasserstand heraufführen darf, bis die Spundw
oder Stülpwand durch eine gehörig verbundene und verank
Pfahlwand gestützt wird.

Für das Einrammen der Bohlwerkspfähle gewährt der Fa
baum eine grosse Erleichterung, denn nicht nur dass auf d
selben die vordere Schwelle der Ramme sehr sicher aufsteht
bequem verfahren werden kann, so dient er auch zugleich
Lehre beim Setzen und Rammen der Pfähle. Diese Pfähle
stehen in dem vorliegenden Falle aus kiefernen unbeschlag
Stämmen von 35 Fuss Länge, die mit dem Wipfelende nach u
gekehrt sind: sie werden in dem Abstande von 4 zu 4 F
eingerammt, doch muss gleich dafür gesorgt werden, dass
stärksten und besten Stücke an die Erdanker treffen. Es l
sich nicht vermeiden, dass auch die Bohlwerkspfähle aus
beabsichtigten Richtung zuweilen etwas abweichen, und beson
erfolgt dieses, wenn der Grund unrein oder sehr fest ist,
auch wenn die Pfähle nicht ganz grade sind. Alsdann tre
ihre Köpfe nicht in die Richtung des Holmes, und es ko
sogar vor, dass sie nach der einen oder der andern Seite
zu einem vollen Fusse ausweichen. Will man sich nicht

schliessen, die Pfähle in solchem Falle auszuziehen und zu versuchen, ob andere vielleicht besser die beabsichtigte Richtung annehmen, so lassen sie sich, da sie ungefähr auf 20 Fuss freistehen, noch merklich überbiegen, sobald der gehörige Zug angewandt wird. Wenn sie sich zu sehr nach dem Ufer hinneigen, so darf man nur einen Baum als Treiblade schräge dagegen stellen und sein oberes Ende durch starkes Aufschlagen herabtreiben, wodurch sie zurückgedrängt werden. Im entgegengesetzten Falle aber, wenn sie sich nach aussen gezogen haben, so pflegen die Zimmerleute den Pfahl mittelst eines Taues zurückzuwinden. Es wird nämlich ein starkes Tau um den Pfahl und zugleich um einen Schiffshalter oder einen sonstigen festen Gegenstand am Ufer geschlungen und zusammengeknüpft, so dass es eine lose Schlinge bildet, die beide umgiebt. Sodann steckt man ungefähr in der Mitte einen Knebel durch die Schlinge, den man wie den Arm einer horizontalen Haspel umdreht, wodurch sich beide Theile des Taues um einander winden, und indem dabei eine Verkürzung eintritt, so zieht man den Pfahl sehr kräftig gegen den festen Punkt hin. Ist auf solche Art der Pfahl weit genug herangezogen, so lehnt man den Knebel gegen den Boden, oder befestigt ihn auf andere Art, und nunmehr kann man die Zapfen abschnüren und anschneiden und den Holm aufbringen. Hierbei wird indessen das Tauwerk so stark beschädigt, dass dieses Verfahren sich immer als sehr kostbar herausstellt, und man darf es daher schon aus diesem Grunde nicht gestatten: andrerseits ist aber auch schon früher erwähnt worden, dass solche Pfähle, die gewaltsam herübergebogen und alsdann im Holme befestigt werden, immer eine starke Tendenz behalten, ihre frühere Stellung wieder einzunehmen, wodurch sie zum Bruche des Holmes leicht Veranlassung geben. Diese Rücksichten waren Veranlassung, dass das Richten der Pfähle gar nicht mehr gestattet wurde. Während des Rammens sorgte man dafür, dass sie möglichst in der gehörigen Flucht blieben, und wenn ein etwas gekrümmter Pfahl aus derselben stark auszuweichen drohte, so wurde er herausgenommen und durch einen geraden ersetzt, aber sobald der Holm aufgebracht werden sollte, wurden alle Pfähle in derjenigen Stellung verzapft, die sie gerade erhalten hatten. Nachdem die Pfähle in der Oberfläche des 6 Zoll hohen Zapfens abgeschnitten waren, wurde die Richtung

des Holmes darauf abgeschnürt. Es kam nie vor, dass sie nach der innern Seite so weit überstanden, dass die Verzapfung Schwierigkeit gemacht hätte, denn dieses verhinderte schon der Fachbaum der Spundwand, dagegen traten sie zuweilen nach aussen sehr stark vor: alsdann konnten sie mit einem Blattzapfen am Holme vorbeigreifen und mittelst eiserner Bolzen daran gehörig befestigt werden. Fig. 44 *c* zeigt diese Anordnung.

Ueber die Befestigung und Zurichtung des Holmes ist nach dem, was bereits oben gesagt ist, nichts weiter zu erwähnen. Sobald die Pfähle aber auf solche Art unter einander verbunden waren, so kam es darauf an, sie auf der innern Seite zu behauen, damit die Bohlenwand in einer Ebene daran gelehnt und befestigt werden konnte. Hierbei zeigte sich nur in Rücksicht auf diejenigen Pfähle eine Schwierigkeit, welche zu weit nach aussen vortraten: sie wurden gleichfalls behauen, so dass sich wenigstens eine 9 Zoll breite Fläche daran bildete, da diese aber gegen die äussere Fläche der Bohlenwand mehr oder weniger zurücktrat, so wurde eine eichene Bohle so bearbeitet, dass sie die Ungleichheit genau aufhob, und alsdann als Futter darüber genagelt. Die letzterwähnte Figur zeigt dieses gleichfalls.

Nunmehr musste die Verankerung vorgenommen werden. Mit Rücksicht auf die oben erwähnten Bedingungen erhielten die Erdanker, die im Abstande von 12 Fuss angebracht wurden, ihre passendste Stelle unmittelbar auf dem Fachbaume der Spundwand, während sie mit den hinteren Enden auf der schon gehörig festgelagerten Erde ruhten, welche bei dem Bau nicht frisch angeschüttet war. Man grub in der letzten so weit herab, als man wegen des Wasserstandes kommen konnte, und verlegte darauf den 6 Fuss langen Ankerriegel, der nicht eingeschnitten, sondern nur scharf behauen war, damit er überall kerniges Holz zeigte. Der Ankerbalken war dagegen, wie Fig. 44 *d* zeigt, 5 Zoll tief eingeschnitten, damit er den Riegel gehörig fassen konnte. Ein starker Spitzbolzen, der unten mit Widerhaken versehen war, stellte zwischen beiden eine recht innige Verbindung dar, doch musste, bevor das Anker verlegt wurde, noch dafür gesorgt werden, dass der Zug, der am verankerten Bohlwerkspfahle dargestellt werden sollte, auch auf den Fachbaum der Spundwand wirken konnte.

Venn daher dieser Pfahl sich nicht scharf dagegen lehnte, so urde ein eichener Keil dazwischen getrieben. Ueber die Angung und Befestigung des eisernen Ankerbügels ist nur noch erwähnen, dass dasselbe nicht in der Mitte, sondern möglichst ahe an der untern Seite des Ankerbalkens angebracht wurde: ieses geschah zum Theil, um die Nägel und Klammern da zu efestigen, wo das Holz immer recht nass blieb, anderntheils und auptsächlich aber, um den Balken, wie Fig. 44 *d* zeigt, oben noch usschneiden zu können, damit die untern Gänge der Bohlenwand urch die Anker wenigstens nicht ganz unterbrochen werden. Venn auf solche Art die Anker vollständig verlegt und verbunden aren, so erfolgte das Einrammen der Ankerpfähle: dieses waren leichfalls unbeschlagene Kiefernpfähle von 12 Fuss Länge, sie aren jedoch an der Seite, wo sie sich gegen die Riegel lehnten, twas geebnet, und indem man sie scharf dagegen stellte, so rachten sie, indem sie eindrangen, gemeinhin schon die erforderiche Spannung in der ganzen Verankerung hervor: war dieses ber nicht der Fall, so wurden breite Keile von Eichenholz noch wischen die Ankerpfähle und die Riegel eingetrieben, wie Fig. 44 a und *b* zeigt. Dadurch wurde verhindert, dass nicht etwa während der Hinterfüllung des Bohlwerkes dasselbe gleich etwas übergedrängt werden konnte.

Da die untern Gänge der Bohlenwand gewöhnlich am ersten schadhaft werden, und ihre Wiederherstellung wegen des tiefen Aufgrabens der Erde sehr schwierig ist, so wählte ich dazu Halbholz von 6 Zoll Stärke, und nur oben wurden 4zöllige und sogar 3zöllige kieferne Bohlen benutzt. Die Fugen liess ich stets mit espaltenen schlechten Dielen benageln, und ausserdem mussten ie Fugen neben den Ankern und über dem Fachbaume durch ngepasste Leisten gehörig gedichtet werden. Auch ist zu erähnen, dass der Kopf der Anker, soweit dieses wegen der Bügel öglich war, schwalbenschwanzförmig zugeschnitten wurde, damit e untere stark ausgeschnittene Bohle hier noch eine sichere altung behielt.

Wenn man zu denjenigen Bohlwerkspfählen, die auf die Anker effen, etwas stärkere Stämme aussucht, so ist es möglich, diese desmal mit Blattzapfen vor dem Holme vorbeigreifen zu lassen, d man beseitigt dadurch vollständig die Gefahr von einem Ab-

heben der Holme. Sonst muss man aber durch übergelegte starke eiserne Bügel die Holme sichern, und diese Bügel dienen alsdann auch zugleich, die obern Gänge der Bohlenwand zu halten. Die letzte Rücksicht ist nicht unwichtig, denn man kann es nicht immer vermeiden, dass die Hinterfüllungserde sich etwas setzt, und alsdann sind die obern Bohlen, wenn sie nur auf gewöhnliche Art befestigt wurden, leicht loszureissen; will man sie daher vor einer Entwendung sichern, so müssen sie noch besonders befestigt werden, und dazu dienen eben die Bügel, die bis zum zweiten oder dritten Gange herabreichen. Die Hinterfüllung des Bohlwerkes mit Erde geschieht in der Art, wie oben erwähnt worden, und nachdem der Holm gehörig ausgetrocknet ist, wird derselbe getheert.

In Betreff der Verankerung der Bohlwerkspfähle ist noch zu bemerken, dass dieselbe zuweilen auch in entgegengesetztem Sinne wirken muss. Wenn nämlich Seeschiffe gegen das Bohlwerk gelegt werden, so lässt es sich nicht vermeiden, dass solche in einzelnen Fällen mit Heftigkeit anstossen, und besonders geschieht dieses häufig beim Einsegeln der Schiffe, wenn ihre Geschwindigkeit nicht in dem Maasse vermindert werden kann, dass die Berührung ganz leise erfolgt. Für das Schiff, welches eine feste Verbindung in seinen Theilen hat, pflegt ein solches Aufstossen ohne allen Nachtheil zu sein: bei dem Bohlwerke dagegen werden alsdann die Pfähle zugleich mit der Verkleidung und den Erdankern zurückgedrängt, und wenn dabei auch kein Bruch erfolgt, so wird doch die Hinterfüllungserde stark aufgelockert und beim nächsten Wellenschlage um so leichter vom durchdringenden Wasser fortgespühlt. Diesem Uebelstande lässt sich sehr sicher begegnen, wenn man nach Fig. 45 an jedem Erdanker noch einen dritten Pfahl und zwar vor dem Kopfe desselben anbringt, der gleichfalls durch einen angetriebenen Keil in gehörige Spannung gegen den Ankerbalken gesetzt wird. In Holland ist diese Methode nicht ungewöhnlich, auch in Pillau wurde sie vor dem hohen Bohlwerke vielfach in Anwendung gebracht, weil grade hier das Gegenstossen der Schiffe besonders häufig vorkam.

Die hölzernen Ufereinfassungen haben zuweilen nicht mehr den Zweck, die Hinterfüllungserde zurückzuhalten, und dienen alsdann nur zum bequemen Anlegen der Schiffe. In diesem Falle

lden sie nicht eigentliche Bohlwerke, sondern **Ladebrücken.** ehufs der Flussschifffahrt werden sie selten ausgeführt, da die ewöhnlichen Uferschälungen ihre Stelle vertreten, und gemeinhin t die Böschung des Ufers hinreichend steil, dass die Flussschiffe on geringer Eintauchung so nahe gelegt werden können, dass ittelst einer leichten Ueberbrückung aus Bohlen die Verbindung arzustellen ist und auf diese Art das Ein- und Ausladen erfolgen ann. Anders verhält es sich aber mit den Seeschiffen, deren rosser Tiefgang eine solche Annäherung nicht gestattet: das eladen und Lossen derselben erfolgt daher, wenn es überhaupt om Lande und nicht etwa durch Lichterfahrzeuge geschieht, von esondern Ladebrücken aus, die in der Höhe der Uferstrasse oweit herausgeführt sind, dass das Schiff unmittelbar davor liegen ann. Die gewöhnliche Construction derselben stimmt mit der er Bohlwerke sehr genau überein, wenn man den untern Theil er letztern vom obern getrennt denkt. Jener bildet die äussere Einfassung des Ufers und trägt eine aufgesetzte Wand, auf welcher ie Ladebrücke aufliegt. Auf der Landseite ruht sie aber auf inem eigentlichen Bohlwerke, welches mit Erde hinterfüllt ist, edoch zu keiner grössern Tiefe, als bis unter Wasser herabreichen larf. Ausserdem pflegt man noch Kopfpfähle vor die Ladebrücken u stellen, damit das unmittelbare Gegenstossen der Schiffe und och mehr das Aufheben verhindert wird.

Die beschriebene Anordnung findet jedoch nur in dem Falle nwendung, wenn der Wasserspiegel ziemlich unverändert bleibt: enn derselbe aber durch den Einfluss der Ebbe und Fluth in urzen Zwischenzeiten stark wechselt, so hat gewöhnlich der Strom n der Nähe des Ufers oder der Vorhafen bei niedrigem Wasser ine so geringe Tiefe, dass alsdann die Schiffe daselbst überhaupt icht liegen können; es beschränkt sich daher die Benutzung der adebrücken auf die Zeit des Hochwassers. Dieser Umstand acht den Grundbau beinahe ganz entbehrlich: man kann das fer bis zum niedrigen Wasser abböschen, und braucht darauf ur einen Ueberbau zu stellen, der bis über das hohe Wasser raufreicht, an welchem die Schiffe während dieser Zeit bequem gen können. Als Beispiel einer solchen Construction ist in ig. 46 die Ladebrücke dargestellt, welche bei Grangemouth ohn- rn der Mündung des Clyde-Kanals an den Ufern des Meer-

busens Frith of Forth erbaut ist*). Das Ufer ist mit einviertelfacher Anlage abgeböscht: in der Entfernung vo von einander sind je zwei Schwellen darüber gestreckt un denselben sind verstrebte Holzverbindungen ähnlich den jochen gestellt. Diese sind noch durch je drei Kreuzve gegenseitig verstrebt, und sie tragen mittelst leichter Spr die Brückenbalken, auf welchen der Belag mit dem S ruht. Damit die Schiffe aber nicht etwa unter einzeln stücke hinuntergreifen und dieselben abreissen oder d Bau heben können, so findet an der vordern Fläche gitterförmige Verkleidung statt, und zwar wird dieselbe durch verticalstehende starke Bohlen gebildet. Die F der Anordnung ergeben sich aus der Zeichnung. Fig. den Bau von der Stromseite und zwar in der zweiten H die erwähnte Verkleidung: Fig. 46 *b* den Querschnitt vor einem Joche, Fig. 46 *c* den Querschnitt in der Mit zwei Jochen und Fig. 46 *d* die Ansichten von oben in der Sprengewerke, der Brückenbalken und des Belag

Ausser den bisher beschriebenen massiven und Uferschälungen kommen auch noch eiserne vor, bereits früher**) erwähnt worden. Von häufiger Anwe dieselben keineswegs, und soviel bekannt geworden, Beispiele davon nur in England vor, wo der verhäl sehr hohe Preis des Holzes einen Ersatz desselben in suchen liess. Fig. 47 *a*, *b* und *c* zeigt das eiserne welches in den Jahren 1833 bis 1834 von Walker in der Ostindischen Docke bei Blackwall erbaut wurde Reihe von hölzernen Pfählen mit davor gebolzten Zan die Lehre, gegen welche die gusseisernen Bohlwerks- pfähle gerammt wurden. Die Bohlwerkspfähle stehen i von 7½ Fuss von einander und haben den Querschnitt früher auf Taf. XVIII. Fig. 218 mitgetheilt und mit *B* ist. Zwischen je zweien derselben befinden sich fünf S

*) *Second series of the railway practice, by S.* London 1841. p. 102 ff.

**) Theil I. dieses Handbuchs §. 40.

***) *Transactions of the Institution of civil Engineer*

deren Querschnitt ebendaselbst angegeben ist. In den Kopf der Bohlwerkspfähle greift mittelst eines Zapfens eine Verlängerung derselben ein, wodurch sie bis zur Uferhöhe fortgesetzt werden. Drei eiserne Zuganker führen von jedem Bohlwerkspfahle nach einem dahinter eingerammten hölzernen Ankerpfahle und sind hier mit Schraubenmuttern befestigt. Der Zwischenraum zwischen je zwei Bohlwerkspfählen über der Spundwand ist durch gusseiserne Platten geschlossen, welche, wie Fig. 47 *c* zeigt, auch über die Spundwand übergreifen und sich zugleich gegenseitig durch vorstehende Ränder überdecken. Die obern Platten sind hin und wieder mit grossen Ringen zum Befestigen der Schiffe versehn. Diese Ringe werden indess durch besondere Zuganker gehalten, und wo sie vorkommen ist die betreffende Platte in ihrer vordern Fläche nicht eben, sondern vertieft gegossen, damit die Ringe vor der Fläche des Bohlwerkes nicht vortreten. Endlich ist hierbei zu erwähnen, dass der Raum zunächst hinter dem Bohlwerke mit Béton ausgegossen ist, wodurch sich eigentlich eine massive Uferbekleidung bildet, für welche die erwähnte Eisen-Construction nur als äussere Verkleidung anzusehn ist. Auf dem Béton sind die Deckplatten und die Steine mit den Wasserrinnen versetzt.

Sehr genau dieselbe Construction ist einige Jahre später bei der Werftmauer zu Deptford angewendet: die grössere Länge der Zuganker machte es indessen hier nothwendig, sie aus zwei Stücken zusammenzusetzen, und es verdient dabei Erwähnung, dass ein Ring über das umgebogene Ende der Stangen übergezogen wurde, um ein Zurückweichen derselben zu verhindern. Fig. 48 *a* zeigt diese Anordnung. In derselben Figur Litt. *b* ist noch ein horizontaler Durchschnitt des Bohlwerkes in seinem obern Theile gezeichnet, woraus sich die Anbringung der Verstärkungsrippen an den Platten und zugleich die Befestigung der Zuganker in den Bohlwerkspfählen ergiebt.

Die Bohlwerke werden gemeinhin nur vor solchen Ufern erbaut, wo entweder das Anlegen der Schiffe, oder der hohe Werth des Bodens die Darstellung flacher Böschungen verbietet: sie finden daher vorzugsweise Anwendung innerhalb der Städte oder an andern Punkten, die für den Handel besonders wichtig sind. Wenn jedoch die Holzpreise sehr niedrig ausfallen, wie dieses namentlich in Gebirgsgegenden der Fall zu sein pflegt, so geschieht es wohl,

dass man auf lange Strecken die Ufer mit einer Art von B… werken einfasst, um sie dem Angriffe des Stromes zu entzi… Man darf indessen nicht erwarten, den Ufern dadurch einen … sonders kräftigen Schutz zu geben, denn wenn die Construc… an sich auch fester ist, als die der gewöhnlichen Uferdeckun… so tritt dagegen vor der sehr steilen und oft ganz senkre… Wand eine besonders heftige Strömung ein, die wieder auf Vergrösserung der Tiefe und dadurch auf die Zerstörung … Baues hinwirkt. Weit regelmässiger bilden sich die Profile … Stromes von flach geneigten Uferdeckungen aus: diese verdi… daher im Allgemeinen den Vorzug. Ist man aber durch die be… angeführten Umstände zur Anlage eines Bohlwerks gezwun… so muss man sich, wenn dasselbe vom Strome getroffen … auf die Zunahme der Tiefe gefasst machen, und daher so… die Bohlwerkspfähle, wie auch die Spundwand gehörig tief rammen.



Siebenter Abschnitt.

lgemeine Eigenschaften der Ströme.

---

§. 55.

Das Strombett.

Es ist schon früher erwähnt worden, dass die Flüsse und Ströme nicht die ganze Wassermenge abführen, welche in ihrem Gebiete als atmosphärischer Niederschlag herabfällt, indem ein Theil des Regenwassers nicht zu den Flussbetten gelangt, sondern chon früher verdunstet, ehe er dieselben erreicht. Die an verchiedenen Orten angestellten Beobachtungen über die Quantität es Niederschlages und der Verdunstung, verbunden mit den Mesungen der Wassermenge in den Flüssen, bestätigen und erklären gleich diese Erscheinung *).

Der Regen oder Schnee trifft im Allgemeinen die ganze Erderfläche, und wenn auch keine gleichmässige Vertheilung deslben stattfindet, so sind die höher liegenden Gegenden und die ebirge doch keineswegs davon ausgeschlossen, sondern sie wern im Gegentheil sogar vorzugsweise getroffen. Das Wasser ist em allgemeinen Gesetze der Schwere unterworfen, es kann sich aher auf einer geneigten Oberfläche nicht halten, sondern fliesst erab. Seine grosse Beweglichkeit, verbunden mit der Eigenhaft, sehr feine Zwischenräume zu durchdringen, befördert diese ewegung. Es folgt dem stärksten Abhange oder im Allgemeinen emjenigen Wege, der die mindesten Hindernisse entgegenstellt. eber einem undurchdringlichen Boden, oder einem solchen, der hon mit Wasser gesättigt ist, fliesst es sichtbar fort; in durchringliche Erdschichten dagegen, deren Zwischenräume noch nicht ngefüllt sind, und ebenso auch in klüftiges Gestein, zieht es sich inein, und setzt auch in diesem Falle langsam seine Bewegung wärts fort, bis es das Grundwasser, oder solche Schichten

*) Vergleiche Theil I. §. 6 dieses Handbuches.

antrifft, die schon mit Wasser angefüllt sind. Hier würde es zur Ruhe kommen und sich immer mehr ansammeln, wenn nicht die grössere Höhe, zu welcher es ansteigt, den Druck vermehrte und dadurch Veranlassung gäbe, dass Seitenabflüsse nach dem Fusse der Anhöhe oder in die tiefer liegenden Thäler sich bildeten. In den letzten vereinigt sich dieses Wasser wieder mit demjenigen, welches auf der Oberfläche herabfloss und beide speisen gemeinschaftlich denselben Wasserlauf.

Derjenige Theil des Regenwassers, der entweder keinen Abfluss fand, oder vermöge der Capillar-Attraction in der durchdringlichen Oberfläche zurückgehalten wird, verdunstet, sobald die Trockenheit oder eine höhere Temperatur die Luft zur Aufnahme desselben empfänglich macht. In gleicher Weise gehen auch aus der Oberfläche des bewegten Wassers, soweit dieselbe mit trockner Luft in Berührung kommt, fortwährend Theilchen in diese über.

Dasjenige Wasser dagegen, welches die Bäche und Flüsse bildet, bewegt sich immer nach den tiefern Stellen der Erdoberfläche hin, und von diesen fliesst es zu den noch tieferen herab, wenn solche in der Nähe vorhanden und ihm zugänglich sind. Kommt es aber in einen, rings mit Anhöhen umschlossenen Kessel, der zunächst keinen Ausweg bietet, so sammelt es sich in diesem an, und wenn nicht etwa die Verdunstung oder auch wohl die Filtration so stark ist, dass die ganze zufliessende Wassermenge dadurch absorbirt wird, so steigt es in dem Kessel oder Landsee immer höher, bis es zuletzt an einer Stelle, wo der umgebende Rand am niedrigsten ist, überfliesst und von Neuem dem Abhange des Bodens folgt. Dieser Lauf muss aber augenscheinlich ein Ende nehmen, sobald die allerniedrigste Stelle auf der Erdoberfläche erreicht ist. Das Wasser sammelt sich auch hier an, und gelangt zur Ruhe, indem ein ferneres Abfliessen nicht mehr denkbar ist. Auf solche Art bildete sich der Ocean und derselbe müsste durch den Zufluss der Ströme sich noch fortwährend ausdehnen, wenn nicht die ganze Wassermenge, welche zugeführt wird, wieder verdunstete und dadurch zu den Anhöhen und dem festen Lande wieder zurückkehrte. Bei der weiten Ausdehnung des Oceans, der ungefähr drei Viertheile der Erdoberfläche bedeckt, verschwindet der Einfluss, den temporäre Unregelmässigkeiten der meteorologischen und namentlich der Temperatur-Ver-

hältnisse auf die Verdunstung und den Niederschlag in einzelnen Zonen periodisch haben können. Der unverändert gleiche Stand des Weltmeeres, den die Beobachtungen zeigen, wenn man die partiellen, theils zufälligen und theils regelmässig wiederkehrenden Schwankungen unbeachtet lässt, beweist, dass die Menge des in der Luft schwebenden und des nach dem festen Lande zurückfliessenden Wassers sich nie merklich ändert, obgleich immer andere Wassertheilchen in diesen mächtigen Kreislauf gezogen werden, dem die Erde ihren Pflanzenwuchs und ihre Bewohnbarkeit verdankt.

Diese unveränderte Höhe des Wasserstandes im Weltmeere bedingt gewissermassen auch eine constante Höhe des Wasserspiegels der mit demselben verbundenen Ströme und Landseen, oder wirkt wenigstens dahin, das Niveau derselben zu reguliren, falls es in Folge reicher oder spärlicher Zuflüsse periodisch steigt oder fällt. Der Abfluss aus den Landseen nach dem Oceane erhält ein stärkeres Gefälle, wenn die ersteren anschwellen; dadurch vergrössert sich die Geschwindigkeit und zum Theil auch der Querschnitt des Stromes, der die Verbindung darstellt; beide Umstände befördern den Abfluss und so wird das zufällige Anschwellen des Landsees selbst Veranlassung, dass derselbe bald auf seinen normalen Stand zurückkehrt. Ganz gleiche Verhältnisse, nur im entgegengesetzten Sinne treten bei einem zufälligen ungewöhnlichen Senken des Wasserspiegels ein. In beiden Fällen regulirt also die immer gleiche Höhe des Oceans den Wasserstand in den Landseen und zugleich in den dazwischen liegenden Flussstrecken; nichts desto weniger bleiben hierbei gewisse periodische Erhebungen und Senkungen des Wasserspiegels, welche zuweilen im Laufe des ganzen Jahres sich nicht ausgleichen, sondern längere Zeiträume umfassen.

Wenn die Landseen mit dem Weltmeere in keiner Verbindung stehen, und ein Ueberströmen des Wassers dadurch verhindert wird, dass die Verdunstung in der Oberfläche der Seen schon vollständig die Zuflüsse absorbirt, wie dieses in heissen Climaten möglich ist und zuweilen auch wirklich vorkommt, alsdann verschwindet jene Ausgleichung des Wasserstandes. Eine Reihe von besonders trocknen Jahren senkt den Wasserspiegel stark, und er erhebt sich wieder zu einer grossen Höhe, wenn die Zuflüsse

lange Zeit hindurch besonders reichlich waren. Solche periodis Schwankungen, welche Decennien und noch grössere Zeiträ umfassen, charakterisiren demnach diese abgeschlosse Landseen. Da gar keine Beziehung zwischen ihnen und Oceane stattfindet, so fehlt bei ihnen jede Normirung der I des Wasserspiegels: und ein solcher See kann eben so gut über dem Niveau des Oceans, als unter demselben liegen

Um hierüber ein Beispiel anzuführen, erwähne ich des Ca schen Meeres. Dasselbe bildet einen solchen abgeschloss Landsee; die Wolga, welche grösser ist, als irgend ein Stro Europa, ergiesst sich nebst vielen andern mächtigen Zuflüsse dasselbe, aber dennoch verdunstet diese ganze zugeführte Was masse in der weiten Oberfläche des Sees, die gegen 7000 Qua meilen umfasst. Die vorwaltende Nässe oder Dürre mehrerer einander folgenden Jahre im Gebiete der Zuflüsse bedingt Höhe des Wasserspiegels, ohne dass ein normaler Stand dafür angeben lässt. Nach den Untersuchungen von Le stand der See im Jahre 1830 etwa um 10 Fuss niedriger, 30 Jahre früher, und im Anfange des achtzehnten Jahrhun scheint er noch viel niedriger gewesen, aber in kurzer Zeit g 40 Fuss gestiegen zu sein. Dieses ergiebt sich daraus, man bei ruhiger Witterung Ruinen von Gebäuden bemerkt, jetzt tief unter Wasser stehen. Die Niveaudifferenz zwischen Caspischen Meere und dem Azowschen oder dem Schwa Meere hat man sehr verschieden angegeben, und dieses etwa nur in Folge der Verschiedenheit im Stande des erst sondern hauptsächlich wegen Ungenauigkeit der vorgenomm Messungen. Parrot fand, dass das Caspische Meer etwa Meter unter dem Wasserspiegel des Azowschen Meeres liegt, erregte er selbst später Zweifel gegen die Richtigkeit dieser gabe. Die neuen Messungen von Fuss, Sawitsch und S ergeben nur eine Differenz von 24,5 Meter oder 78 Fuss Pr sisch, und zwar wieder in dem Sinne, dass der Spiegel des C schen Meeres unter dem des Mittelländischen liegt.

In noch grösserer Tiefe fliesst der Jordan in Syrien: Spiegel des Tiberias-Sees, den er bildet liegt nach Russe

---

*) Poggendorffs Annalen Band 26, Seite 353 ff.

203 Meter oder 647 Fuss unter dem Mittelländischen Meere und der des Todten Meeres nach Symond sogar 1360 Fuss oder nach Russegger 1386 Fuss Preussisch, gleichfalls unter dem Mittelländischen Meere.

Nach dem, was über die Bildung der Ströme gesagt ist, kann es leicht geschehen, dass das Wasser bei Verfolgung der Abhänge des Bodens, nach zwei verschiedenen Seiten zugleich abfliesst; hieraus entsteht eine Spaltung des Stromes. Im Allgemeinen ist es freilich zu erwarten, dass in solchem Falle die beiden Wasserläufe sich nicht ganz gleichmässig ausbilden, dass vielmehr das Bette des einen leichter angegriffen werden wird, als das des andern, und da der stärkere Angriff eine Vergrösserung des Profiles und sonach einen stärkeren Wasserzudrang bedingt, wodurch wieder die Wirksamkeit dieses Armes vermehrt wird; so kann man wohl annehmen, dass wenn solche Spaltungen auch ursprünglich bestanden, dieselben nach und nach beseitigt sind, indem der eine Arm sich vergrösserte, während der andere unbedeutender würde, und endlich ganz aufhörte. Nichts desto weniger sind Verhältnisse dieser Art doch nicht ohne Beispiel, und zwar nicht nur in den Mündungen der Ströme, wo dieses sich sehr häufig wiederholt, sondern auch im Binnenlande und es kommt sogar vor, dass mächtige Stromgebiete auf diese Weise schon durch die Natur mit einander in Verbindung gesetzt sind. So verbindet der Casiquiare den Orinoco mit dem Rio Negro, einem Nebenflusse des Amazonen-Stromes. Es tritt durch diesen mächtigen Nebenarm beider Ströme das Wasser aus dem Orinoco in den Rio Negro, und zwar ist die Verbindung so grossartig von der Natur dargestellt, dass die Binnenschifffahrt auf diesem Wege ohne Hinderniss betrieben wird. Aehnliche Beispiele, wenn freilich in weit kleinerem Maassstabe, wiederholen sich mehrfach. Hierher gehört unter andern die bereits erwähnte Verbindung des Arno mit der Tiber durch das Chiana-Thal*). Ich will indessen ein Beispiel noch specieller erwähnen, welches ich durch eigene Messungen näher kennen gelernt habe. Die Masurischen Seen im südlichen Theile des Gumbinner Regierungsbezirkes, entwässern theils nach Norden in den Pregel und theils nach Süden

*) Band I. §. 29.

in die Weichsel. In der Kette der grösseren Seen liegt d Leventin-See am höchsten, und derselbe ergiesst sich theils den Mauer-See, der entschieden dem Flussgebiete des Preg angehört, und theils durch mehrere kleinere Seen, nämlich d Gurkel-, Schimon-, Kott-, Taltowischko- und Rhein-See neb dem Städtchen Nikolaiken in den Spirding-See. Letzterer spe den sehr bedeutenden Pissek-Fluss, welcher in den Narew, ein Nebenfluss der Weichsel, fliesst. Durch blosse Aufräumung einig flachen Stellen und ohne Anlage von Schiffsschleussen sind die Seen in schiffbare Verbindung mit einander gesetzt worden, u es wäre nur nöthig, die Mühle bei Angerberg zu beseitig welche den Mauer-See aufstaut, wenn man die kräftigen Zuflüs aller dieser Seen, und namentlich die des Spirding-Sees d Pregel wieder zuweisen wollte, dem sie wahrscheinlich vor d Anlage jener Mühle angehörten. Der Mauer-See stand im Herl 1824 sehr genau eben so hoch, wie der Spirding-See und d Leventin-See lag nur um 10 Zoll höher. Diese Niveaudiffere vergrössert sich nach den Pregelbeobachtungen in seltenen Fäll auf etwa 2 Fuss, sie bleibt aber immer so unbedeutend, dass sich leicht beseitigen liesse. Auf der westlichen Seite, den e wähnten Schifffahrtskanälen gegenüber, besteht durch den Rude und grossen Wonsz-See ohnfern Arys in den Entwässerung gräben der Sümpfe bei Drosdowen noch eine zweite Verbindun des Leventin-Sees mit dem Spirding-See, und es ist eine au fallende Erscheinung, wenn man hier sieht, wie derselbe Grab an einer Stelle stehendes Wasser enthält, und in gar nicht weit Entfernungen zu beiden Seiten nach verschiedenen Richtung fliesst, und zwar so, dass sein Wasser den Stromgebieten d Pregels und der Weichsel zugeführt wird.

Auch die Verbindung der Ems mit der Lippe muss hier e wähnt werden, welche zur Zeit des Hochwassers sich darstell die Fluthen aus dem ersten Strome ergiessen sich nämlich dur die niedrige Ebene am Fusse des Teutoburger Waldes ohnfe Lippstadt in die Lippe; dieses Verhältniss ist indessen dur manche künstliche Anlagen, wenn auch nicht herbeigeführt, de sehr befördert worden.

Bei Gelegenheit des Zusammenhanges verschiedener Stro gebiete unter sich ist noch zu bemerken, dass ein solcher, we

uch ursprünglich nicht vorhanden war, sich mit der Zeit tellen kann. Die Veranlassung dazu kann in der zunehmen- Verwilderung und Erhöhung des Strombettes liegen, wodurch Wasserspiegel in der oberhalb belegenen Strecke so gehoben , dass er über die umgebenden Anhöhen, welche ihn sonst renzten, übertritt. Es ist mir nicht bekannt geworden, dass solcher Fall sich wirklich ereignet hat, aber wohl war man etwa 20 Jahren in der Schweiz sehr besorgt, dass in dieser ise der Rhein seinen Lauf verändern möchte. Die zunehmende flachung und Verwilderung des Rheins im Kreise Vorarlberg seinem Eintritte in den Bodensee erweckte die Besorgniss, s derselbe durch das Thal bei Sargans in die Senz treten, d durch den Wallenstädter See, die Linth, den Züricher See, Limmat und Aare einen neuen Abfluss finden könnte. Ein ches Ereigniss wäre ohne Zweifel für die nächsten Umgebungen benannten Flüsse und Seen und für die in den Thälern legenen Städte höchst verderblich, da ein starkes Anschwellen er dieser Gewässer dabei mit Sicherheit zu erwarten stand. sollen Verhandlungen mit der Oesterreichischen Regierung geknüpft worden sein, wodurch dieselbe veranlasst werden sollte, er weiteren Erhöhung des Rheinbettes vorzubeugen. Man be- higte sich indessen erst, als genauere Messungen ergaben, dass Rhein noch etwa 80 Fuss über seinen bisherigen höchsten asserstand steigen könne, bevor ein Abfluss nach der Senz glich würde.

Die vorstehend erwähnten Erscheinungen bezogen sich auf Ableitung des Wassers durch die Stromläufe; sie erklären es, die Flüsse, die Landseen und der Ocean sich bilden und lche Eigenthümlichkeiten annehmen mussten, welche wir daran merken. Die Voraussetzung, dass die Erdoberfläche in früherer it wasserfrei gewesen sei, ist nur zur Erleichterung des Ver- ndnisses angedeutet worden; die Einführung derselben war aber neswegs nothwendig, denn man bemerkt leicht, dass die Ver- tnisse, welche hierbei erleichtert werden sollten, sich sehr genau gleicher Weise herausstellen, wenn man auch das Gegentheil nimmt, dass nämlich der Erdball früher ganz mit Wasser be- kt war, und der Ocean im Laufe der Zeit in engere Grenzen ücktrat. Andere Eigenthümlichkeiten der Flüsse und deren

Umgebungen lassen sich aber aus der Betrachtung der ursprünglichen Höhenlage und der Neigungsverhältnisse der Erdoberfläche allein nicht erklären: namentlich gehört hierher die Ausbildung der Flussthäler und Flussbetten, wie sich solche überall und selbst in den Fällen, wo die Kunst noch gar nicht auf sie eingewirkt hat, darstellen. Ihre Entstehung, verbunden mit einer fast allgemeinen Umgestaltung der Erdoberfläche, die sich noch immer weiter ausbildet, ist allein die Folge der mechanischen und vielleicht auch der chemischen Kräfte des Wassers. Sie zerstören, wenn auch langsam, doch unwiderstehlich jede feste Oberfläche; und ein Ende dieser Wirksamkeit ist nur denkbar, wenn der ganze Erdball planirt sein wird, und die Stoffe sich nach ihrem specifischen Gewichte regelmässig übereinander geschichtet haben.

In jeder Gebirgsart und selbst in den festesten Felsen, welche das Wasser dauernd trifft, zeigen sich dessen Wirkungen: es greift durch seine chemische Verwandtschaft viele Bestandtheile der Gebirgsarten an, und führt auf diese Weise bei seiner ununterbrochenen Wirksamkeit endlich grosse Massen fort, so dass Felsbänke, welche Anfangs den Abfluss hemmten und dadurch ausgedehnte Landseen bildeten, nach und nach verschwinden. Eisschollen und andere vom Wasser fortgetriebene Körper stossen und reiben zugleich den Damm, der sie hemmt, und tragen dadurch gleichfalls zu seiner Zerstörung bei.

Es ist natürlich, dass ein solches Auswaschen und Abschleifen einer Felsbank sehr langsam vor sich geht; überdies ist der obere schmalere Kamm des Bergrückens im Laufe der Zeit schon längst beseitigt und die grössere Ausdehnung der im Angriffe stehenden Oberfläche vermehrt den Widerstand. Man darf daher nicht erwarten, dass ein solches Durchbrechen eines festen Felsriffes jemals wirklich beobachtet sei, und es lässt sich in der That, so viel mir bekannt, in keinem Falle durch historische Ueberlieferungen nachweisen, dass ein Strom auf diese Weise sein Bett vertieft, oder dadurch seinen Wasserspiegel gesenkt habe. Nichts desto weniger kann dieser Mangel eines historischen Beweises keinen Zweifel gegen die Thatsache selbst begründen; viele Eigenthümlichkeiten der Flussbetten, die wir heut zu Tage wahrnehmen, lassen sich dadurch allein erklären, und überdies steht diese Annahme mit den bekannten chemischen und phy-

ischen Eigenschaften der Körper im innigsten Zusammenhange. e tiefen Thäler, welche die Gebirge durchziehen und welche e Wasserläufe aufnehmen, und dieselben, wenn auch auf Umgen und mit wechselndem Gefälle, doch in ausgebildeten Betten n Strömen zuführen, sind demnach durch das Wasser selbst zu rjenigen Regelmässigkeit ausgebildet, welche sie zeigen. Die irksamkeit des Wassers giebt sich hierbei zuweilen auch noch f andere Weise zu erkennen: wo die Bode am Fusse der Rosstrappe im Harz den Granit durchbricht, bemerkt man mehrere ischen in den steilen Ufern, welche wie durch Kunst mit kugelrmiger Ueberdeckung ausgehauen zu sein scheinen. Gegen das Ende des Fusspfades zeigt sich im linken Ufer eine solche Nische on etwa 8 Fuss Weite unmittelbar neben einem kleinen Wasserfalle, und sie umgiebt denselben so concentrisch, dass ihre Decke, o wie die Wände gleichmässig von dem aufspritzenden Wasser etroffen werden. Dieser Umstand erklärt ihre Bildung; das Wasser selbst grub sie nämlich durch fortwährendes Aufspritzen en Felsen ein. Andere höher liegende Nischen beweisen, dass ie Bode früher weit über ihrem jetzigen Niveau ähnliche Wasserfälle bildete, und im Laufe der Zeit ihr Bette vertiefte. Ein icherer Maassstab für die Periode, in welcher die Senkung erolgte, ist nicht vorhanden: aber man darf jenen früheren Zustand icht in eine zu entfernte Vergangenheit verlegen, weil sonst der ranit durch den Einfluss der Witterung die Spuren dieser Einirkung verloren haben würde.

Sodann sind die senkrechten Felsspalten, auch Klammen nannt, hier zu erwähnen, an deren unterem Ende Bäche durchessen. Man sieht sie nicht selten in Tyrol und im Salzburgihen, und besonders häufig haben sie sich im Sandsteine gebilt. Der Bergrücken hemmte den Abfluss des Baches, und dieser isste an der niedrigsten Stelle über ihn fortfliessen. Bei diesem berstürzen griff er aber diejenige Stelle an, welche seine Ströing traf, und so schnitt er nach und nach die tiefe Spalte . Hierbei kann es geschehen, dass einzelne tiefer liegende llen dem Wasser schon in Folge einer Fuge oder einer un- Stelle den Durchfluss gestatteten, ehe die Spalte voll- dargestellt war. Alsdann blieb die obere Lage, die vom asser nicht weiter angegriffen wurde, unverändert, und gestaltete

sich zu einer natürlichen Brücke, wie von Humboldt solche in den Cordilleren bei Icononzo sah, unter denen in der Tiefe von 300 Fuss der Rio de la Summa Paz strömt. Eben so fliesst in Virginien ohnfern Harper's Ferry der Cedar Creek in einer Tiefe von etwa 200 Fuss unter einer ähnlichen *Felsenbrücke.*

Auch der berühmte Fall des Niagara, zwischen dem Erie- und Ontario-See, zeigt deutlich die Zerstörung, welche das Wasser an den Felsen ausübt, welche seinen freien Abfluss hindern. Bei der Insel Goat Island stürzt der Niagara, in zwei Arme getheilt, etwa 160 Fuss tief herab. Das Gebirge, welches sich nicht bedeutend über das Oberwasser erhebt, besteht aus Muschelkalk, und es kann nicht fehlen, dass es einen starken Angriff vom Wasser erleidet. Auf 1½ Meilen Länge unterhalb des Falles ist der Strom in einem engen Thale von steilen, etwa 300 Fuss hohen Ufern eingeschlossen. Wahrscheinlich waren sie ursprünglich mit einander verbunden, und das Wasser floss über das Gebirge fort, so dass der Wassersturz in der Nähe des Ontario-Sees stattfand. Diese Zerstörung hat aber auch noch keineswegs ihre Grenze erreicht, und man bemerkt sogar, wie sie fortschreitet. Nach Basil Hall ist der Wasserfall in 36 Jahren etwa 130 Fuss weiter stromaufwärts gerückt, und hiernach könnte man vermuthen, dass ungefähr nach drei Jahrhunderten das Gebirge ganz durchbrochen und dem Niagara ein freier Abfluss eröffnet sein wird. Die grösste Tiefe im Erie-See beträgt nur 270 Fuss, derselbe muss daher in diesem Falle beinahe ganz aufhören; und es wird sich alsdann hier dieselbe Catastrophe wiederholen, welche wahrscheinlich in Gebirgsgegenden häufig vorgekommen ist, dass nämlich *Seen verschwinden*, indem das Wasser den natürlichen Damm, der den freien Abfluss hinderte, durchbricht. In gleicher Weise kann man wohl annehmen, dass die Reuss in dem Thale bei Andermatt früher einen See bildete, ehe die Oeffnung durch die Schöllenen ohnfern der Teufelsbrücke sich gehörig vertieft hatte. Auch der Rhein musste, bevor er bei Bingen zwischen dem Taunus und Hundsrück den Bergrücken durchbrochen hatte, im Rheingau einen weiten See bilden; zum Verschwinden dieses Sees trug ausserdem auch das Geschiebe bei, welches hier in grosser Tiefe abgelagert ist, und ohne welches auch heut zu Tage noch der See vorhanden wäre.

asser äussert ferner noch auf eine andere wesentlich
Weise eine sehr zerstörende Wirkung an den Felsen.
ieselben nämlich nur periodisch und vielleicht sogar
gen trifft, so zerstört es durch **Verwitterung** ihre
Hierdurch oder auch wohl durch die natürliche
des Gesteines dringt es in die Masse ein, und seine
chkeit, beim Gefrieren das Volum zu vergrössern, löst
n der Nähe der Oberfläche feine Körnchen und kleine
en und selbst grosse Blöcke vom Felsen ab. Was
Veise gelöst ist, folgt eben so wie das Wasser wieder
einen Gesetze der Schwere und stürzt, so weit die
s Bodens es gestattet, von der Höhe in die Tiefe
diese Weise sammeln sich die Trümmer der Felsen
lern an, oder sie fallen vielleicht schon unmittelbar in
ler Bäche und Flüsse. Die heftige Strömung, welche
n Regengüssen oder beim Schmelzen des Schnees
t die herabgefallenen Massen aufs Neue in Bewegung,
sie in den Rinnen der Felsen fort, so weit das Ge-
zulässt und so weit der Stoss des Wassers hierzu die
ft giebt. Sobald aber das Gefälle sich mässigt und
e sanftere Bewegung des Wassers erfolgt, oder die-
cht ganz aufhört, indem der Fluss in einen See tritt,
lie schweren Geschiebe, der Kies, der Sand und selbst
er schwebenden Erdtheilchen hintereinander zu Boden,
nen durch ihre **Ablagerung** die Stärke des Stromes,
rher führte. Bei der immer fortdauernden Strömung
n Wirkung des Wassers wiederholen sich die Erfolge
Weise: in dem tief eingeschnittenen Netze der Thäler
gelösten Felsmassen immer aufs Neue gesammelt und
, und grosse Flächen **aufgeschwemmten Landes**,
r der zerstörten Gebirge, lagern sich über dem Fels-
früher das Bette von Seen war. Der ganze Lauf des
t indessen die Spuren der Verwüstungen, die er theils
richtet hat, und welche theils von seinen Zuflüssen
Die feineren leichter beweglichen Theilchen bilden in
en Masse eine Fortsetzung der Ufer des Stromes weit
ursprüngliche Mündung hinaus; sie häufen sich am
Meeres an und dadurch entstehen die fruchtbaren

Niederungen, deren Höhe durch die Anschwellung des Flusses bedingt, sich zu einer fast horizontalen Ebene ausbildet.

Es soll hierdurch keineswegs gesagt sein, dass jeder Boden, der nicht gewachsener Felsen ist, durch dieselben Ströme, die heut zu Tage noch existiren, aufgeschwemmt worden sei. Weit stärkere Strömungen und vielleicht auch andere Naturkräfte mögen bei der Ablagerung und Aufschichtung solcher Sand- und Steinmassen einst mitgewirkt haben; aber manche Erscheinungen, die in der historischen Zeit sich ereignet haben und zum Theil unabhängig von allen früheren Nachrichten sich noch wahrnehmen lassen, beweisen die gewaltigen Aenderungen, welche die Ströme auf der Erdoberfläche hervorbringen können. Ich erinnere hierbei an die schon früher mitgetheilten Thatsachen, dass die Ufer des Po's in jedem Jahre sich um 18½ und die der Nogat um 11½ Ruthen weiter seewärts verlängern *). Wo Ströme seit längerer Zeit eingedeicht sind, bemerken wir in gleicher Weise, dass das künstliche Flussthal zwischen den Deichen viel höher liegt als die Niederung, welche dem Zutritt des Hochwassers durch die Deiche entzogen ist. Gewiss war dieses zur Zeit der Eindeichung nicht der Fall, sondern es ist der Erfolg der spätern Erhöhung des Flussbettes. Endlich führe ich noch an, dass manche Gebirgsflüsse zur Zeit der Anschwellung mehrere Procent festes Material mit sich führen **). Diese Umstände lassen allerdings erwarten, dass in der unbegrenzten Zeitperiode, seitdem die Ströme fliessen, auch weit ausgedehnte Ebenen aufgeschwemmten Bodens durch sie gebildet werden mussten. Wenn wir aber solche Niederungen heut zu Tage nicht weiter zunehmen, sondern im Gegentheile dem Angriffe des Meeres blosgestellt sehen, wie dieses z. B. bei der äusseren Holländischen Küste der Fall ist, so wäre es wohl keine gewagte Hypothese, anzunehmen, dass in jener frühen Periode, als der aufgeschwemmte Boden emporwuchs, die Nordsee weniger zerstörend war, als jetzt. Die beiderseitigen Ufer der Meerenge bei Calais stehen noch jetzt im Abbruche, und je mehr sie zurückweichen, desto stärker wird die Strömung der eintretenden Fluth. Es ist also sehr wünschenswerth, dass diese Strömung früher minder

*) Theil I. §. 29.
**) Theil I. §. 25.

stark war; vielleicht war sogar der Canal einst ganz geschlossen und die Nordsee stand nur auf der Nordseite mit dem Atlantischen Meere in Verbindung. In diesem Falle hatte die Holländische Küste eine sehr geschützte Lage und wurde von keiner heftigen Seitenströmung getroffen. Die Anlandungen mussten also hier eben so vor sich gehen, wie dieses in Binnenseen und geschlossenen Buchten noch heute geschieht.

In den aufgeschwemmten Flussthälern treten wieder andere Erscheinungen ein: der Strom bildet hier weit leichter, als im Felsboden sein Bette aus, und verändert es zugleich viel leichter, als in jenem. Die geringste Ungleichmässigkeit der Ufer, oder eine Vertiefung oder Verflächung des Bettes an einer oder der andern Seite, veranlasst schon den Strom, sich bald rechts bald links zu wenden und in Folge seines Beharrungs-Vermögens, welches ihn, wie jeden schweren Körper, in gerader Richtung forttreibt, versetzt er abwechselnd seine Ufer in Abbruch. So bilden sich die Krümmungen durch Abbruch der concaven Ufer nach und nach immer weiter und schärfer aus, und indem vor dem gegenüberliegenden convexen Ufer die Ablagerung der vom Strome vorbeigeführten Materialien gewöhnlich in demselben Maasse weiter vortritt, wie die ersteren zurückweichen, so nimmt die Serpentine fortwährend zu, bis sie durch den Angriff des Wassers am Anfangs- und Endpunkte zuletzt wieder durchbrochen wird, und der Strom sich auf diese Art von selbst regulirt. Man könnte vermuthen, dass das Wasser die Tendenz haben müsste, einen graden Lauf zu verfolgen, indem dieser die geringste Ausdehnung in der Länge und sonach das stärkste relative Gefälle bedingt. Beim Hochwasser findet dieses auch wirklich statt, und man bemerkt allgemein, dass die Hauptströmung in solchem Falle, soweit die Höhenlage des Terrains es gestattet, den kürzesten Weg aufsucht; sobald aber das Wasser in das eigentliche Bette zurücktritt, so muss es demselben folgen, und die Veränderungen desselben sind allein durch zufällige Umstände bedingt, welche auf die Richtung des Stromes Einfluss haben. Die Thalfläche, welche vom Hochwasser überströmt wird, bedeckt sich in Folge der periodisch wiederkehrenden Inundation gemeinhin mit einem [illegible] Rasen, der ihr einen sehr sichern Schutz gegen den Angriff des Wassers gewährt, und zugleich verhindert, dass

während der kurzen Dauer des Hochwassers ein neues Bette si bilden kann.

Ueberhaupt ist die Wirkung des Stromes, wenn er auch i grosser Heftigkeit über eine ziemlich ebene Thalfläche geht, se unbedeutend: wogegen die Veränderungen des Bettes ausschlies lich durch den Abbruch der Ufer desselben veranlasst werden.

Während auf solche Weise das Flussbette seine Stelle imm verändert, erhöht sich zugleich die mit einer Grasnarbe oder m Gebüsch bedeckte Thalsohle durch den Niederschlag der feiner Stoffe, die das Hochwasser herbeiführt; die Vegetation hemmt d Abfluss der Fluthen durch die Ausdehnung der benetzten Fläc und vermindert dadurch die Geschwindigkeit des Wassers so seh dass dieses die fein zertheilten Erdmassen fallen lässt, welche schwebend mit sich führte.

Aus der Wirkung der Vergangenheit muss man auf die d Zukunft schliessen; die *aufgeschwemmten Thäler* hab sich bisher *erhöht*, und die Sohle des Flussbettes ist der Soh des Thales gefolgt. Es steht also auch fernerhin eine Aenderun in demselben Sinne zu erwarten: das Gegentheil tritt nur in de Falle ein, wo gewachsene Felsmassen den Abfluss des Wasse hindern. Der Einfluss, welchen ein geregelter Strombau auf die fortschreitende Aenderung des Wasserspiegels ausüben kann, i allerdings nicht in Abrede zu stellen, bis jetzt giebt sich dassel jedoch nur insofern zu erkennen, als die Beseitigung einzeln untiefen Stellen, welche bisher das Wasser zurückhielten, auf d Beförderung des Abflusses hinwirkt, und das Flussbette zuglei mit dem Spiegel des Flusses sich senkt. Der allmähligen E höhung des Thales ist bisher wohl noch nirgend eine Gren gesetzt. Eine solche wäre auch nur denkbar, wenn die Ufer d Ströme und aller Zuflüsse so sicher gedeckt wären, dass h kein Abbruch mehr erfolgen könnte, so dass selbst das Ho wasser klar und frei von allen erdigen Theilchen in die Flu betten träte. Hiernach muss man annehmen, dass die Senku des Wasserspiegels, die man häufig in denjenigen Flüssen wa nimmt, wo ausgedehnte Correctionsarbeiten unternommen sind, temporär ist, und langsam wieder verschwinden wird, wenn Thäler höher heraufgewachsen sein werden. Es giebt freil

h ein anderes Mittel, der allgemeinen Erhöhung der Flussthäler zubeugen, und zwar dadurch, dass man dieselben zum Theil Einwirkung des Wassers durch Deichanlagen entzieht. Die folge hiervon können indessen unmöglich den bestehenden Zund sichern, sie führen vielmehr im Laufe der Zeiten einen weit denklicheren herbei. Die Erfahrungen, welche in vielen Genden und namentlich in Holland hierüber gemacht sind, zeigen, e schon erwähnt, dass das zwischen den Deichen künstlich einschlossene und zum Theil ganz unangemessen beschränkte Flussal sich fortwährend erhöht, und das Flussbette selbst in gleicher Weise nachfolgt. So fliesst der Leck nicht nur bei höheren, ondern auch bei niedrigern Wasserständen in einer natürlichen Höhe über dem nebenliegenden abgeschlossenen Terrain, und es wird dadurch theils die Entwässerung des letzteren sehr erschwert, theils aber wird auch die Gefahr bei vorkommenden Deichbrüchen fortwährend grösser, und es ist zu besorgen, dass einst dieses unnatürliche Verhältniss aufgehoben werden muss, wie dieses von holländischen Hydrotecten bereits als das einzige Rettungsmittel für die nebenliegenden Niederungen in Vorschlag gebracht ist.

In diesem beständigen Wechsel der Verhältnisse, welche grossentheils durch zufällige Umstände bedingt sind, zeigt sich dennoch eine gewisse Gleichmässigkeit und ein Beharren, das beim ersten Blicke überraschen muss. Es giebt in den sich selbst überlassenen Flussbetten viele Stellen, welche bedeutend tiefer sind, als andere: man sollte vermuthen, dass diese Tiefen eben wegen der schwächeren Strömung eine besonders starke Verlandung erfahren müssten, aber eine solche zeigt sich nicht und die Tiefe erhält sich dauernd, wenn auch das Bette selbst seine Lage verändert. Andere Stellen dagegen sind den Schiffern, so weit die Nachrichten reichen, als Untiefen bekannt, man hat sie wiederholentlich und manche derselben regelmässig bei jedem kleinen Wasser aufgeräumt, aber jedes Hochwasser wirft aufs Neue Steine und Sand darin auf. Zuweilen sind diese Bänke höher als der Spiegel des kleinsten Wassers, woher sie bei plötzlichem Eintreten desselben den Abfluss ganz hemmen, und wie ein Wehr den Strom vor sich aufstauen müssten. Das Hochwasser verläuft sich indessen nur nach und nach, und so geschieht es, dass sie vom Strome wieder angegriffen werden, und

derselbe in ihnen eine Rinne bildet, welche bald dieselbe Tiefe wie früher erhält.

An solchen Stellen haben selbst ausgedehnte Stromcorrectionen oft keinen vollständigen Erfolg gehabt, indem sie nur eben die Erhaltung einer nothdürftigen Wassertiefe bewirkten, ohne dass derjenige Wasserstand erreicht wäre, der sich auf den zwischenliegenden Strecken ganz von selbst bildet. Man bezeichnet diese auffallende Verschiedenheit durch besondere Benennungen, die freilich nicht allgemein angenommen, sondern nur provinziell sind. Die Untiefe heisst häufig Kopf, weil sie aus dem Bette hervorragt, auch die Benennung Furth ist nicht ungewöhnlich, indem grade hier die Fahrwege durch den Fluss führen. Die zwischenliegenden tiefen Stellen werden am häufigsten Pfuhl und Woog genannt. Das erste Wort erklärt sich leicht durch die geringe Strömung, die zur Zeit des kleinen Wassers hier stattfindet und den Schiffern oft das Herabfahren erschwert; Woog dagegen soll vielleicht eine Stromstrecke ohne Gefälle bedeuten, die also in der Wage liegt. Die Erscheinung selbst muss offenbar durch äussere Umstände bedingt sein, welche von der zufälligen Lage und Gestaltung der Strombetten unabhängig sind. Ich habe mich vielfach bemüht, die Ursachen aufzufinden, und vermuthe, dass dieselben fast immer in der grösseren oder geringeren Nähe und der Richtung der höheren Ufer zu suchen sind, welche das Thal und zugleich die Inundation begrenzen. Bei Weitem in den meisten Fällen liegt der Pfuhl in der Richtung der Strömung des Hochwassers, und wo letztere das Flussbette verlässt, oder dasselbe kreuzt, oder wieder hineintritt, bildet sich eine Furth. Zum Entstehen der Furthen geben ausserdem noch Felsriffe Veranlassung, welche das Bette durchsetzen, und häufig sind es endlich die seitwärts einmündenden Bäche, die bei jeder Anschwellung neue Massen von Steinen oder anderes Material hier aufhäufen.

Eine andere gleichfalls sehr auffallende Erscheinung ist es, dass die sämmtlichen Untiefen oder Furthen eines Stromes nicht selten sehr genau eine ganz gleiche Wassertiefe haben. Diese Stellen sind es ausschliesslich, deren Tiefe vom Schiffer sorgfältig gemessen wird, indem die Ladung, die er führen darf, hierdurch bedingt ist; eine Vergleichung solcher Messungen,

onders nach anhaltend kleinem Wasser, zeigt oft eine über-
schende Uebereinstimmung. Es ist freilich nicht in Abrede zu
llen, dass der Betrieb der Schifffahrt selbst gewissermaassen
f einen solchen Erfolg hinwirkt, denn wenn der Schiffer eine
sonders flache Stelle vorfindet, so versucht er zuweilen durch
fräumen die Tiefe etwas zu vermehren, oder er zieht auch
ohl an ausgesetzten Ankern das Schiff herüber, und bildet da-
urch eine etwas tiefere Furche. Es scheint jedoch, dass auch
er Strom selbst darauf hinwirkt, ein gewisses Minimum der Tiefe
berall herzustellen, und bis zu dieser den Sand und die Steine
ach und nach fortzuspühlen.

Das Gefälle des Stromes, worunter man immer die Neigung
es Wasserspiegels versteht, stellt sich nach den angeführten Er-
scheinungen auf die ganze Länge des Laufes sehr verschieden
dar: es ist im Allgemeinen in den Furthen und überhaupt auf
den seichteren Stellen viel stärker, als in den tieferen Strecken;
die ersteren aber, welche grossentheils durch die zufällige Ge-
staltung der Erdoberfläche, durch vortretende Felsen, durch eine
eigenthümliche Lage der Ufer oder durch die Einmündung der
Seitenzuflüsse bedingt werden, bilden gewissermassen die Fest-
punkte, wodurch das Gefälle des Stromes im Ganzen normirt
wird. Ein allgemein gültiges Gesetz über die Vertheilung des
Gefälles lässt sich daher gewiss nicht angeben, wie man ein
solches zuweilen nachzuweisen versucht hat. Der gewöhnliche
Fall ist es freilich, dass der obere Theil eines Stromlaufes mehr
Gefälle hat als der untere. Dieses rührt indessen allein von der
ursprünglichen Gestaltung der Oberfläche her, über welche er
fliesst, und von welcher er sich nie weit entfernen kann; und
man darf keinen Zusammenhang im ganzen Laufe des Stromes
oder eine gewisse Tendenz desselben voraussetzen, seinen Wasser-
spiegel nach einer stätigen Curve zu normiren. Man findet auch
nicht selten sehr auffallende Abweichungen von der erwähnten
Erscheinung. Der Rhein hat zwischen Carlsruhe und Bingen ein
ll schwächeres Gefälle, als im Coblenzer und selbst im Cölner
gierungsbezirke; die Saar und die Mosel haben in den obern
eilen ihres Laufes gleichfalls einen weit geringeren Fall, als
iter abwärts. Augenscheinlich liegt die Veranlassung des stärkeren
fälles in den Gebirgen, die der Strom durchbrechen musste;

sie bildeten theils an sich schon natürliche Dämme, die den La des Wassers hemmten, theils aber liefern sie auch fortwähren so vieles und so grobes Material, dass der Strom dasselbe nu beseitigen kann, wenn er stark fliesst; er wird also durch d gelösten Massen so lange gehemmt, bis das Gefälle stark gen geworden ist, um das Bette aufzuräumen. Sammelt der Flu dagegen seine Quellen in weit ausgedehnten Sumpfgegenden, d gewöhnlich fast wagerecht liegen, so hat er im ersten Theile sei- nes Laufes nur ein sehr geringes Gefälle. Die Erfahrung be- stätiget daher keineswegs ganz allgemein die Voraussetzung, das das Gefälle der Ströme von oben nach unten immer abnehme sollte, und noch viel weniger giebt sie Veranlassung, hierin ein gewisse Gesetzmässigkeit zu suchen.

Wie sehr das Gefälle des Stromes bei verschiedenen Wasser- ständen sich ändert, ergiebt sich aus den im Folgenden mitgetheilten Wasserstandsbeobachtungen. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass bei eintretenden Anschwellungen das Ab- flussprofil nicht mehr durch das eigentliche Bette, sondern viel- mehr durch die Entfernung der höheren Ufer bedingt wird. Es verschwindet sonach in diesem Falle mit dem Steigen des Wassers auch der Einfluss, den einzelne hohe Kiesbänke oder künstliche Wehre äussern, und im Allgemeinen kann man wohl annehmen dass bei hohem Wasser das Gefälle sich viel gleichmässiger dar- stellt, als dieses bei kleinem Wasser der Fall ist. Eine Ausnahme hiervon tritt nur ein, wenn die höheren Ufer sehr nahe zusammen rücken, wodurch das Fluthprofil in der Breite beschränkt wir und sonach ein stärkeres Gefälle erforderlich ist, um die en sprechende grössere Geschwindigkeit zu erzeugen. Hierdur erklärt sich die ziemlich allgemeine Erscheinung, dass oberh der besonders engen Stellen in den Flussthälern die höchst Anschwellungen eintreten, und dasselbe ist offenbar auch da Fall, wo die Einschränkung keine natürliche, sondern künstl durch Eindeichungen hervorgebracht ist.

Endlich muss bei dieser Gelegenheit auch noch darauf a merksam gemacht werden, dass das Gefälle und namentlich kleines Wasser, durch die Stromcorrectionen verändert wird. auffallendes Beispiel dieser Erscheinung wird im Folgenden Gelegenheit der Wasserstandsbeobachtungen nachgewiesen werd

sselbe ist auf Taf. XXIX. Fig. 68 dargestellt, es zeigt, wie kleinem Wasser die beobachteten Pegelhöhen der Weser bei otho und Minden gegen die bei Schlüsselburg jetzt ganz andere fferenzen zeigen, als etwa vor 15 Jahren. In dieser Zeit ist er im Preussischen Antheile der Weser auf die Beseitigung der tiefen Stellen mit grossem Erfolge hingearbeitet worden, während der Strecke unterhalb Schlüsselburg die Untiefen zunahmen und nach den Abfluss des kleinen Wassers hemmten.

§. 56.
Die Ufer.

Der Abbruch des Ufers steht mit dem Angriffe, den das Wasser gegen das Bette des Stromes ausübt, in sehr naher Beziehung und ist häufig die unmittelbare Folge des Letzteren: da nämlich jeder lose Boden eine gewisse Seitenböschung braucht, um gehörig unterstützt zu werden (wie dieses bei Gelegenheit der Untersuchung über den Seitendruck der Erde, §. 49, bereits erwähnt worden ist), so muss derselbe seine Unterstützung verlieren und nachstürzen, sobald der Fuss der Dossirung vom Wasser ausgewaschen wird. Dieses Nachstürzen erfolgt aber keineswegs jedesmal unmittelbar nachdem die Dossirung beschädigt ist, sondern es treten vielmehr sehr häufig besondere Umstände ein, welche dasselbe längere Zeit hindurch verhindern, wobei man wieder aus dem guten Ansehen eines Ufers über Wasser nicht auf den unversehrten Zustand seiner Dossirung schliessen kann. Diese zufälligen Umstände, welche ein schadhaftes Ufer vorläufig halten, sind zunächst die Cohäsion des Erdreichs; dieselbe ist theils von der Zusammensetzung der Erde und theils von ihrer Feuchtigkeit abhängig. Ein fester Thonboden steht nicht nur einige Zeit hindurch ohne Dossirung, sondern sogar etwas überhängend; seine Cohäsion wird auch nicht plötzlich aufgehoben, es lösen sich vielmehr die Theile nur nach und nach von einander ab, indem die Brüche oder Spalten sich immer mehr ausbilden. Diese Brüche sind sehr steil und meist nach einem flachen Bogen gekrümmt, dessen concave Seite nach oben gekehrt ist. Man bemerkt daher bei dieser Bodenart in der horizontalen Oberfläche gewöhnlich senkrechte Fugen, und in grossen Klumpen

gleitet die Erde, wenn der Bruch sich vollständig ausgebildet ha im obern Theile beinahe lothrecht herab.

Bei einem stärkern Zusatze von Sand oder Kies erfolgt d Ablösung in kleinern Massen, und die Richtung des Bruches i weniger steil. Besteht der Boden aber aus **r e i n e m S a n d e** od aus Kies, so ist die Erscheinung wesentlich anders. Indem ke Bindemittel zwischen den einzelnen Körnchen vorhanden ist, stürzen dieselben immer sogleich nach, wenn sie nicht gehör unterstützt sind, und stellen dadurch augenblicklich ihre erforde liche Dossirung wieder her. Wenn der Sand auf diese Weise das Flussbette herabfällt, so bildet er eine ganz lose Ablagerun oder den sogenannten Triebsand *), der dem bewegten Wasser be nahe gar keinen Widerstand entgegensetzt, und daher sehr leic wieder fortgetrieben wird. Das Nachstürzen des Ufers geht diesem Falle ohne Unterbrechung vor sich, und deshalb sind gra bei dieser Bodenart die Verwüstungen, welche ein heftiger Stro hervorbringt, auch am auffallendsten. Derjenige Theil des Ufer der über Wasser liegt, zeigt indessen gemeinhin, während de Abbruches, eine viel steilere Böschung, als dem Sande zukomm und dieses rührt davon her, dass die Feuchtigkeit im Innern de Masse eine merkliche Cohäsion verursacht, wodurch die Sand körnchen, so lange sie noch feucht sind, zurückgehalten werde

Beim **g r o b e n K i e s e** und ebenso bei stärkerem Steingeröll findet eine weit festere Ablagerung statt, indem das grösser Gewicht der einzelnen Stücke einen viel kräftigern Widerstan dem Angriffe des Wassers leistet. Der obere Theil eines solche Ufers wird aber in diesem Falle, wenn nicht etwa bindende Erd theilchen die Zwischenräume der Steinchen ausfüllen, durch kein Cohäsion zurückgehalten, und stellt daher sogleich diejenige Bö schung dar, welche sich dauernd erhalten kann.

Ein zweiter Umstand, der das Nachstürzen der Ufer verhindert, ist der **G e g e n d r u c k d e s W a s s e r s**; derselbe kan aber nur da eintreten, wo entweder das ganze Ufer oder wenig stens seine grössere Fläche einigermaassen undurchdringlich i so dass bei eintretender Aenderung des Wasserstandes im Fluss das Grundwasser im Innern sich nicht sofort damit ins Gleic

---

*) Theil I. §. 7.

gewicht setzt. Beim Kiese und beim Steingerölle ist daher auf einen solchen Gegendruck gar nicht zu rechnen: dasselbe verliert freilich, wenn es vom Wasser bedeckt wird, einen Theil seines Gewichtes, doch vermindert sich im gleichen Maasse auch seine Reibung, und so ist sein natürlicher Böschungswinkel über Wasser demjenigen unter Wasser gleich. Beim Sande treten hierbei manche wesentliche Modificationen ein, die Böschung desselben muss unter Wasser flacher sein, als im trocknen Zustande*), senkt sich daher der Wasserstand im Flusse, so würde aus diesem Grunde keine Bewegung des Ufers zu erwarten sein, es kommt jedoch ein anderer Umstand dabei noch in Betracht, wodurch gemeinhin ein sehr heftiges Abstürzen des Ufers veranlasst wird. Das Wasser zieht sich nämlich bei anhaltend hohem Stande des Flusses in die Zwischenräume des Sandes auf weite Entfernung langsam hinein, oder das Grundwasser hebt sich. Sobald der Fluss wieder fällt, strömt dieses Wasser zurück, und da es gemeinhin nicht so schnell das Ufer wieder erreichen kann, als die Senkung des Wasserspiegels im Flusse erfolgt, so bilden sich starke Quellen, die eine Masse Sand mit sich fortreissen, und dieser Umstand giebt Veranlassung, dass ein solches Ufer nach jedem Hochwasser einstürzt. Auch wenn Bohlwerke das Ufer einfassen, bemerkt man in diesem Falle ein starkes Nachsinken der Hinterfüllungserde.

Bei festem Thonboden zeigt sich die Wirkung des Gegendruckes vom Wasser am auffallendsten. Ist ein thoniges Ufer zur Zeit des Hochwassers durch die starke Strömung auch ganz steil in seinem Fusse abgebrochen, so steht es häufig so lange der hohe Wasserstand anhält, so unbeweglich, dass man oft keine Spur von der Zerstörung seines Fusses wahrnehmen kann: sobald aber der Wasserspiegel sinkt und der Gegendruck desselben aufhört, kann der Boden sich nicht mehr halten und stürzt in grossen Massen nach. Hierdurch erklären sich die sogenannten Kappstürzungen der Deiche, die gewöhnlich bei starkem Fallen des Wassers eintreten: während des höchsten Wasserstandes hält sich der Deich oft so gut, dass man gar keine Anzeichen eines Bruches oder überhaupt einer Gefahr bemerken kann, sobald aber das Wasser schnell fällt, stürzt plötzlich die äussere Dossirung oder

---

*) Theil I. §. 21.

auch wohl die Krone oder Kappe des Deiches in den Strom
Das Ufer war nämlich in diesem Falle unter dem Wassers
so steil abgebrochen, dass es ohne diesen Gegendruck sich
mehr halten konnte. In ähnlicher Weise erfolgt auch zu
das Einstürzen von massiven Uferschälungen grade in der
wenn das Hochwasser abgeflossen ist.

Einen sehr kräftigen Schutz erhalten sandige Ufer
Weidenpflanzungen. Die feinen Wurzelfasern bilde
so dichtes Geflechte, dass die einzelnen Körnchen nicht hind
fallen können, und eben diese Wurzeln, soweit sie bereits ent
sind, in Verbindung mit den von oben herabhängenden Zw
mässigen die Strömung unmittelbar neben dem Ufer, wodurch
dieses oft lange Zeit hindurch in gutem Zustande erhält, ob
es ganz steil ist und seine Dossirung vollständig verloren
Insofern hierbei ein Wiederauffangen des Sandes nicht de
ist, wenn derselbe dennoch ausgespühlt wird, so muss man
annehmen, dass auch dieser Schutz nur vorübergehend ist
mit der Zeit der Uferrand doch etwas zurücktritt, besonders
der Strom grade einen starken Angriff darauf ausübt. Die
fahrung zeigt dieses auch wirklich: nichts desto weniger is
Nutzen eines solchen Weidengebüsches so augenfällig, dass
selbe unter allen natürlichen Schutzmitteln eines sandigen
als das kräftigste angesehen werden muss.

Von grosser Wichtigkeit ist die Beantwortung der F
auf welche Weise das Wasser den Fuss der Ufer
greift; ohne Zweifel ist hierzu eine gewisse Kraft erforde
und diese kann nur von der Bewegung des Wassers ausg
Man kann also wohl im Allgemeinen annehmen, dass die Wi
des Stromes um so grösser sein wird, je grösser seine lebe
Kraft oder seine Geschwindigkeit ist. Dieses bestätigt auc
Erfahrung, aber es bleibt dabei immer noch unentschiede
eine regelmässige starke Strömung auch die Ufer an
d. h. eine solche Strömung, wobei die Wassertheilchen in par
Richtung zum Ufer sich mit einer gewissen Geschwindigkeit
bewegen, oder ob es hierbei weniger auf die Geschwindigk
ganzen Wassermasse in der Richtung des Stromes ankomm
vielmehr auf die partiellen innern Bewegungen und name
die Wirbel, welche eben den Ueberschuss der lebendigen

consumiren. Alle Erfahrungen scheinen die letzte Annahme zu bestätigen: ein Zweifel gegen diese Annahme rechtfertigt sich nur insofern, als gewöhnlich beide Arten von Strömung, nämlich die partiellen Wirbel und die allgemeine Geschwindigkeit des Wassers in der Richtung des Stromes, gleichzeitig zu- und abnehmen, und man daher nicht unmittelbar entscheiden kann, welche von beiden man als die Ursache des Angriffes der Ufer ansehn will. In manchen Fällen stellen sich indessen die beiden erwähnten Bewegungen schon getrennt von einander dar, die Erfolge, welche sich hier zeigen, sind also für die Beantwortung der vorliegenden Frage entscheidend. Ich erwähne hierbei nur des tiefen Kolkes, welcher sich regelmässig unterhalb jedes Wehres zu bilden pflegt, wenn nicht etwa eine sehr feste, künstliche oder natürliche Deckung des Bettes dieses verhindert. Eben wegen der grossen Tiefe, verbunden mit der grossen Breite des Profiles in einem solchen Kolke, ist die Geschwindigkeit des Stromes hier in der Richtung seiner Achse sehr geringe, dennoch dauern die Angriffe gegen das Bette und das Ufer hier fort, und was besonders zu bemerken ist, es erfolgt hier keine Ablagerung von Geschieben oder feinerem Material. Die sehr starken innern Bewegungen im Wasser sind es also, welche eine solche Ablagerung hindern und das Bette an der Sohle und an den Seiten angreifen. Sehr wahrscheinlich, und wie ich glaube, mit allen Erfahrungen übereinstimmend, ist die Annahme, dass das Wasser diejenigen Stellen des Ufers oder des Bettes vorzugsweise angreift, gegen welche es bei seiner Bewegung gerichtet ist, und zwar kommt hierbei nicht nur die allgemeine Richtung des Stromes, sondern ebenso und vielleicht vorzugsweise die Richtung der partiellen Strömungen in Betracht. Die Stärke des Angriffes ist aber abhängig von dem Winkel, unter welchem das Wasser aufstösst, ferner von der Stärke dieses Stosses und endlich von dem Widerstande, den das Ufer nach Maassgabe der Beschaffenheit und Verbindung seiner Theile ausübt.

Hiernach lässt sich eine sehr wichtige Erscheinung, welche die Flüsse und Ströme häufig zeigen und welche mit dem Abbruche der Ufer in der innigsten Beziehung steht, schon erklären: es ist dieses die bereits erwähnte Tendenz, **Serpentinen** zu bilden. [illegible] die Hauptströmung, oder was man gemeinhin den **Strom**-[illegible]h zu nennen pflegt, durch zufällige Verflächungen oder

Vertiefungen im Bette auf das eine Ufer gewiesen wird, so setzt er dasselbe in Folge der Richtung, unter welcher er es in Abbruch, und es bildet sich alsdann in einer vorher ger Stromstrecke ein concaves Ufer. Die Hauptströmung befindet vor demselben, es wird daher die Geschwindigkeit am gegen liegenden Ufer geringer, und es erzeugt sich vor diesem Untiefe, die sich immer mehr erhöht, so lange das Wasser haupt erdige Theile oder schwerere Massen heraufschieben k Auf diese Weise ist die Veranlassung zum Entstehen einer St krümme gegeben. Das Wasser, als schwerer Körper, hat Tendenz, die Richtung seiner Bewegung beizubehalten: sobal daher in ein, wenn auch nur schwach gekrümmtes Bette tritt wird es bei Verfolgung der Richtung, in welcher es sich be nach dem concaven Ufer geführt: hier concentrirt sich also Hauptströmung und gleichzeitig greift dieselbe dieses Ufer dau an, so lange es nicht in Folge einer künstlichen Befestigung durch Entblössung einer natürlichen festen Decke hinreiche Widerstand leistet. Ohne dass auf diese Weise dem Angriffe Grenze gesetzt wird, ist ein Aufhören desselben nicht denk wenigstens so lange, als der Strom wirklich dieses Ufer Man sagt freilich zuweilen*), dass die Abnahme des rela Gefälles in der ganzen Stromkrümmung, insofern dieses der dehnung der letztern umgekehrt proportional ist, endlich so geringe Geschwindigkeit bedingen müsse, dass schon dad der Angriff gegen das Ufer aufhöre. Das Gefälle des ga Stromes ist indessen keineswegs durch die Natur so unverä lich vertheilt, dass eine Stelle nicht zufällig einen grössern desselben bekommen könnte, als sie bisher hatte. Es gesc auch ohne Zweifel, dass bei der weitern Ausbildung einer pentine der Wasserspiegel in der vorhergehenden Strecke erhebt: der Beweis dafür liegt darin, dass dieser Wassersp sich jedesmal wieder senkt, sobald man die Landzunge i Serpentine durchsticht, oder dieselbe durchbrochen wird. Es sonach keine bestimmte Grenze, bis zu welcher die Serpe sich nur ausbilden kann, und bei welcher ein Beharrungszu eintreten muss.

---

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1838. I. p. 349.

Dagegen setzt die Natur selbst der Ausdehnung der Serpentinen auf eine andere Art eine Grenze: sie fixirt dieselben nicht, sondern zerstört sie wieder. Eine Serpentine hat ihr concaves Ufer nicht durchweg auf einer Seite, sondern abwechselnd auf der rechten und linken. Gesetzt, dass eine einfache Serpentine weit in das linke Stromufer eingebrochen wäre, so bleibt für den mittlern Theil derselben nur das linke Ufer dem Angriffe des Stromes ausgesetzt, aber damit der Strom aus der vorhergehenden Strecke links gelenkt werde, muss er im Anfange der Serpentine eine entgegengesetzte Krümmung machen, oder er trifft hier das rechte Ufer, und dasselbe geschieht auch wieder, wenn er aus der Serpentine heraustritt. An diesen beiden Stellen, wo er das rechte Ufer trifft, bricht er dasselbe eben so ab, wie das linke im Scheitel der Serpentine, und so geschieht es, dass beide Schenkel sich immer mehr nähern und zuletzt der schmale Landstreifen dazwischen durchbrochen wird. Beispiele dieser Art sind gar nicht selten an solchen Flüssen, deren Ufer nicht sorgsam unterhalten werden. An der Ems, oberhalb Rheine, wo bisher weder die Schifffahrt noch auch die Cultur der Thalfläche Veranlassung zu kostbaren Uferdeckungen geben konnte, hat der Strom sich in dieser Art oft genug selbst regulirt. Im Jahre 1832 zerstörte er eine Serpentine oberhalb Emsdetten, und 1840 in gleicher Weise eine andere Serpentine in der Nähe des Dorfes Veltrup, indem er beide Male die Landzunge wieder durchbrach, die er früher selbst durch die zunehmende Krümmung seines Laufes gebildet hatte. Selbst wo die Erhaltung des Schifffahrtsweges grössere Aufmerksamkeit auf die Sicherung der Ufer bedingt, zeigen sich zuweilen die Uferbrüche so plötzlich, dass die schmalen Landzungen am Fusse der Serpentinen vom Strome beseitigt werden: dieses geschah z. B. vor Kurzem mit der weit ausgedehnten Krümmung der Saale bei Saalhorn in der Nähe ihrer Mündung in die Elbe.

Noch auf andere Weise hört zuweilen die weitere Ausbildung einer Stromkrümmung auf, besonders wenn dieselbe noch nicht weit vorgeschritten war. Eine zufällige Veranlassung war es nämlich, welche den Strom zuerst gegen das eine Ufer richtete und dieses in Angriff versetzte: eine ähnliche zufällige Veranlassung kann denselben auch wieder ablenken, und dieses besonders leicht, so lange die ganze Ausbildung des Bettes noch nicht den starken

Angriff auf das eine Ufer bedingt. In dieser Art sieht man ni
selten ein Ufer abbrechen und zurückweichen, während es
nächsten Jahre nicht mehr vom Hauptstrome getroffen wird,
Alluvionen sich aufs Neue davor ablagern.

Es muss hier noch besonders darauf aufmerksam gema
werden, dass durch den Abbruch der Ufer nicht nur Erde, S
und grössere und kleinere Steine in die Flussbetten geführt werd
sondern ausserdem auch die Stämme der auf dem U
stehenden Bäume. Dieselben schwimmen zwar Anfangs,
wie das Holz ganz vom Wasser durchzogen wird, vergrössert
sein specifisches Gewicht und es sinkt daher zu Boden, oder
wird auch wohl, wenn es bei kleinem Wasser vor einer seich
Stelle liegen bleibt, durch Sand und Schlamm so dicht umgeb
dass es sich bei hohem Wasser nicht wieder heben kann. H
durch erklärt sich die grosse Menge von Baumstämmen, die
in den Flussbetten vorfindet. Ihre Beseitigung ist sehr schwie
da der Strom selbst sie wegen ihrer Grösse gemeinhin nicht v
ständig ausspühlen kann, wenn man auch seinen Angriff künst
verstärkt: es bleibt daher nur übrig, sie unmittelbar durch mec
nische Hülfsmittel auszuheben, was gemeinhin sehr schwierig
Als die obere Lippe schiffbar gemacht wurde, hat man eine la
Reihe von Jahren hindurch bedeutende Summen zu diesem Zw
verwenden müssen, und wie die Tiefe des Bettes im Allgeme
zunahm, zeigten sich immer neue Stämme im Grunde, was
weilen auch jetzt noch hier sowohl, wie bei andern Strö
z. B. der Weser, der Fall ist.

Von weit grösserer Bedeutung ist das Treibholz auf sol
Strömen, welche Urwaldungen durchfliessen, wo also zum Sch
der Ufer nichts geschieht, und eben so wenig die Bäume ge
und fortgeschafft werden, ehe der Strom sie forttreiben k
Namentlich auf dem Missisippi sind diese Stämme nicht nur
die Schifffahrt sehr nachtheilig, welche dadurch einer beständ
sehr grossen Gefahr ausgesetzt ist, sondern sie bilden auch
Strome und in der Mündung desselben oft grosse Inseln,
wegen ihrer Beweglichkeit zu den auffallendsten Erscheinun
Veranlassung geben. Der losgerissene Baumstamm stürzt in
Wasser, und das grössere specifische Gewicht des Holzes am un
Ende des Stammes und in der Wurzel macht, dass diese

n eintaucht, und wo nicht hinreichende Wassertiefe vorhanden uerst am Grunde hängen bleibt. Nach der Stellung, in er diese Bäume angetroffen werden, haben sie von den ern besondere Benennungen erhalten. Zuweilen stehn sie enkrecht (Planter), zuweilen werden sie mit der Wurzel, wohl mit den Zweigen nur leicht im Grunde gehalten, und en alsdann abwechselnd mit dem andern Ende unter das er und zeigen sich wieder (Sawyer). Am Gefährlichsten sie aber, wenn sie ganz unter Wasser und mit dem Wipfel ge nach oben und zwar stromabwärts gekehrt im Flusse n (Snag). Man kann sie nur an einem leichten Aufwirbeln r Oberfläche des Wassers erkennen. Für die stromabgehen- Schiffe sind sie weniger schädlich, indem dieselben meist t herübergleiten, dagegen stossen die stromauffahrenden Dampf- fe häufig gegen die Spitze des Stammes und erleiden dabei he Beschädigungen, dass sie gewöhnlich gleich sinken. Die hr ist um so grösser, als die Stämme vorzugsweise in der e der Ufer liegen, also grade da, wo die zu Berg fahrenden pfschiffe sich halten müssen, um dem Hauptstrome auszu- chen. Ueberdies finden sie sich keineswegs auf bestimmten len, und daher kann auch der localkundigste Steuermann nicht Gegenstossen verhindern. Das Mittel, welches man anwendet, dieser Gefahr zu begegnen, besteht nur darin, dass man im dertheile des Schiffes eine wasserdichte Zwischenwand an- gt, wodurch der vordere Raum (Snag Chamber) beim Durch- ssen des Buges voll Wasser laufen kann, ohne dass das ganze hiff sinkt.

Diese Baumstämme finden sich indessen keineswegs nur einzeln r, sondern oft in grossen Massen, so dass sie Inseln und voll- ändige Wehre (Rafts) bilden, welche der Schifffahrt eine un- erwindliche Grenze setzen. Das grossartigste Beispiel dieser t findet sich im Red River, dem letzten bedeutenden Zuflusse s Mississippi: derselbe würde auf etwa 1000 englische Meilen hiffbar sein, wenn er nicht in der Mitte seines Laufes durch ne derartige Anhäufung von Baumstämmen ganz gesperrt wäre, e wahrscheinlich schon seit Jahrhunderten existirt. Sie erstreckt ch nicht nur von einem Ufer zum andern, sondern sie soll auf 0 englische Meilen Länge den Strom so anfüllen, dass der Be-

trieb der Schifffahrt daselbst unmöglich ist *). In ähnlicher We ist auch der Atchafalaya-Strom (der eigentlich einen Nebena des Missisippi bildet, indem er einen Theil desselben westl vom Hauptstrome dem Mexicanischen Meerbusen zuführt) a 10 englische Meilen Länge in seinem Bette mit Baumstämm überdeckt. Doch auch der Missisippi selbst mit seinen sämm lichen Mündungen ist mit solchem Holze stellenweise angefül und die Inseln und ein grosser Theil seiner Ufer im unterst Theile seines Laufes bestehn nur aus Baumstämmen. Die Festi keit eines solchen Bodens ist durch den Niederschlag beding der das Bindemittel für diese Masse ist. Sobald letzteres zufäll fortgespühlt wird, lösen sich nicht nur einzelne Bäume, sonder ganze Strecken Landes heben sich und schwimmen nicht selte davon. Der Major Delafield, Ingenieur vom Platze in Port-Jackson dem äussersten rechtseitigen Fort am Missisippi, sammelte hier über verschiedene Thatsachen, die er dem Congresse vorlegte Er sah eine versunkene Goelette, bei der nur die Spitze de Mastes noch über Wasser geblieben war, nach einiger Zeit wied auf trocknem Lande liegen; dasselbe war mit Steinen der Fal die aus einem gestrandeten Schiffe, um dasselbe flott zu machen über Bord geworfen waren. Das untere Stock des Forts wurd eines Tages mit Wasser angefüllt, indem eine solche Schicht i der Nähe sich plötzlich hob und das darüber stehende Wasse seitwärts abfloss. Besonders in der Nähe der äussersten Mün dungen sieht man nicht selten, wie die Ränder der Inseln sic mit einem Male erheben: die Insel nimmt alsdann eine concav Oberfläche an, das Wasser fliesst zwischen den Stämmen hindurc spühlt den Schlamm fort, und bald löst sich der ganze Bau un treibt den Fluss herab. **)

Die Erdmassen, sowie der Sand und die Steine, welche b der Zerstörung der Ufer in den Strom stürzen, bleiben, wie sch erwähnt, keineswegs daselbst ruhig liegen, sondern sie werde durch das Wasser fortgerissen und erzeugen theils die imm

---

*) *Stevenson sketch of the civil engineering of North-Americ* London 1838.

**) *Histoire et description des voies de communication au états unis, par Michel Chevalier.* Paris 1840. I. p. 79 ff.

wiederkehrenden **Untiefen** an gewissen Stellen des Stromes, theils aber erhöhen sie nach und nach das ganze Thal, soweit dieses zur Zeit des Hochwassers inundirt wird, oder sie füllen nach und nach die tiefen Kessel an, welche ursprünglich Binnenseen waren. Ein sehr grosser Theil, und vielleicht der grösste Theil des Materials, folgt indessen so lange dem Laufe des Wassers, als dieses überhaupt fliesst, und sinkt erst zu Boden, wenn es in das Meer getreten ist und seine Geschwindigkeit ganz aufgehört hat. Dadurch entstehen die Untiefen, welche fast jedesmal die Mündungen der Ströme für grössere Schiffe unzugänglich machen, und welche häufig ein immer weiteres Vorrücken des Ufers zur Folge haben. Wenn nämlich nicht etwa ein starker Wellenschlag und eine heftige Küstenströmung diesen Niederschlag verhindert, oder ihn bald wieder forttreibt und in der Tiefe des Oceans versenkt, so wachsen diese Flächen allmählig bis über den niedrigen Wasserstand an: die Vegetation, die sich bald auf ihnen einstellt, giebt Veranlassung zu stärkeren Ablagerungen des Materials. Indem sie aber die Fortsetzung der Ufer bilden und danach den Strom verlängern, so wirken sie hierdurch wieder auf eine Erhebung des Wasserspiegels hin, welche ungefähr der Entfernung von der neuen Mündung proportional ist. Der höhere Wasserstand bedingt alsdann eine noch höhere Auflandung, und so erfolgt die Erhebung dieser Flächen allmählig bis zum mittleren Wasserstande des Meeres und selbst darüber. Auf diese Art sind, wie schon oben erwähnt, die fruchtbaren Niederungen entstanden, die häufig in weiter Ausdehnung neben den Mündungen der Ströme vorkommen.

Die Bewegung der Erde und der Steine in den Flüssen und Strömen erfolgt auf sehr verschiedene Weise: sehr geringe Quantitäten verschiedener Mineralien, z. B. des Salzes, werden im Wasser **aufgelöst** und scheiden sich nur durch Verdunstung des Wassers wieder ab. Sie gelangen daher ohne merkliche Abnahme bis zum Ocean und haben auf die weitere Umgestaltung der Flussbetten keinen Einfluss. Der Thon und die vegetabilische Erde werden, sobald der Strom sie aufnimmt, fein zertheilt, und da das Gewicht eines Körnchens seinem cubischen Inhalte oder ...itten Potenz des Durchmessers proportional ist, während der ...stand, den das Wasser seiner Bewegung entgegensetzt, nur

seinem Querschnitte oder der zweiten Potenz des Durchmessers entspricht, so erklärt es sich, wie bei gleichem specifischen Gewichte die kleineren Körner sich weit länger schwebend erhalten und durch geringe innere Bewegungen des Wassers wieder gehoben werden, während die grösseren bald zu Boden sinken. Solche Massen, die sich sehr fein zertheilen, veranlassen die Trübung, die man im Flusswasser besonders zur Zeit der Anschwellung sehr auffallend bemerkt: sie scheiden sich nur aus, wenn die Bewegung beinahe ganz aufhört.

Anders verhält sich schon der **Sand**, er schwebt nur so lange im Wasser, als die innern Bewegungen in Folge einer heftigen Strömung sehr stark sind, und fällt sogleich zu Boden, wie dieselben sich mässigen. Dadurch wird er aber dem Einflusse des Stromes keineswegs ganz entzogen, sondern er bewegt sich auch hier langsam fort, indem die einzelnen Körnchen durch den Druck des Wassers auf der Oberfläche des Bettes fortgeschoben werden. Die Bewegung des Sandes lässt sich im klaren Wasser der Bäche und in künstlichen kleinen Kanälen leicht beobachten. Dubuat*) beschreibt dieselbe so genau, dass eine Uebersetzung der Stelle das deutlichste Bild von der Erscheinung geben wird. Er sagt:

„Die Art, wie das strömende Wasser ein bewegliches Bett bearbeitet und wie es den Sand, den es mit sich führt, weiter schafft, ist höchst bewundernswürdig und verdient beachtet zu werden. Zuweilen entsteht ein Wirbel, der die Erdtheilchen und den feinen Sand mit sich reisst, wie der Wind den Rauch forttreibt: dieses geschieht, sobald die Geschwindigkeit des Wassers so gross ist, dass der Stoss ganz entschieden die Trägheit der festen Körnchen überwindet. Gewöhnlich ist es aber ein regelmässigeres und sanfteres, ich möchte sagen, ein methodisches Verfahren, welches man als ein Meisterstück der Dynamik bewundern muss."

„Wenn nämlich die Geschwindigkeit des Wassers am Grunde gross genug ist, um die specifisch schwereren Körperchen noch fortzuschieben oder fortzurollen, so bewegen sich diese nicht stätig und gleichförmig, sondern sie schreiten gleichsam stationsweise vor. Der Sand mag als Beispiel dienen: besteht die Sohle des

*) *Principes d'hydraulique.* I. §. 72.

aus einem etwas groben Sande, dessen Körnchen man deut-
rfolgen kann, und beträgt die Geschwindigkeit des Wassers
unde 10 bis 12 Zoll in der Secunde, so lagert sich der
n der Form jener Gewebe, die unter dem Namen der Un-
hen Spitzen bekannt sind: er stellt nämlich unregelmässige
n dar, die sich quer durch den Strom ziehen. Jeder dieser
n wird durch zwei Böschungen gebildet, die nach entgegen-
ter Richtung ansteigen. Die stromaufwärtsgekehrte fällt
sanft ab, wogegen die andere sehr steil ist. Das Profil
solchen Rückens ist ziemlich ähnlich demjenigen des Glacis
des verdeckten Ganges bei Festungswerken. In geringer
rnung vom Fusse der steilen Böschung beginnt die sanfte
igung des folgenden Hügels, und so setzt sich die Bildung
abwärts fort. Das Sandkörnchen, welches vom Strome ge-
n wird, steigt die sanfte Neigung der vordern Fläche heran,
sobald es auf den Scheitel gekommen ist, rollt es durch sein
es Gewicht an der andern Seite herab. Hier bleibt es ruhig
n, weil es vor dem Stosse des Wassers gesichert ist. Andere
chen machen der Reihe nach denselben Weg und begraben
erste. Diese Bewegung hat viel Aehnlichkeit mit der des
sportes bei starken Aufträgen, wobei nämlich die Erdarbeiter
gefüllte Karre auf einem sanft geneigten Wege bis ans Ende
bereits geschütteten Dammes schieben und hier die Erde aus-
ten. Die Sandkörnchen, welche auf solche Weise verdeckt
, bleiben so lange unter der Last der späteren Ankömmlinge
g liegen, bis endlich die ganze Masse des Sandrückens, welchen
hinter sich gelassen hatten, in einzelne Körnchen zertheilt
übergezogen ist. So schreitet der ganze Rücken in Folge der
h und nach eintretenden Bewegung seiner Theile weiter, und
ald er einen Raum zurückgelegt hat, der seiner Breite gleich-
mt, so ist das erste Körnchen wieder frei geworden und be-
et sich am Fusse der vorderen Böschung. Es ist alsdann
s Neue dem Angriffe des Wassers ausgesezt: es steigt das
eis wieder herauf, und stürzt wieder wie das erste Mal herab.
se sehr langsame Bewegung findet bei den sämmtlichen hinter-
ander liegenden Sandrücken gleichzeitig statt, und bei mässiger
schwindigkeit des Wassers dauert es eine volle halbe Stunde,
der kleine Hügel von 4 bis 5 Zoll Breite eine solche Station

oder eine Strecke, die seiner Breite gleichkommt, zurückgelegt Nimmt die Geschwindigkeit des Wassers zu, so geht die V änderung schneller vor sich, und im entgegengesetzten Falle la samer. Durchschnittlich würde aber ein Sandkörnchen zwei Ja gebrauchen, um eine Lieue (ungefähr $\frac{3}{5}$ Preuss. Meilen) zurü zulegen."

Diese Angaben Dubuat's habe ich durch eigene Versu vollständig bestätigt gefunden: ich wählte dabei recht feinen Sa um schon durch eine mässige Strömung die Bewegung zu v anlassen, der Sand war aber vorher rein ausgewaschen, so d er das Wasser gar nicht trübte und dieses seine volle Dur sichtigkeit behielt. Wenn ein heftiger Strom gegen eine ste Sandböschung traf, wie dieses etwa beim Angriffe der abbrüchig Ufer der Fall ist, so wirbelte der Sand ganz in der beschrieben Weise auf, und die Erscheinung hatte eine auffallende Aehnlic keit mit dem Forttreiben des Rauches zur Zeit eines heftig Windes. Die hiedurch gelöste Sandmasse folgte dem stärkst Strome und lagerte sich an den Stellen des Bodens, wo d Strömung etwas schwächer wurde. Hier häufte sich bald ei grössere Masse an, und in derselben zeigte sich sogleich die vo Dubuat bezeichnete Bewegung und die Bildung der Sandrücke Zur Vervollständigung der Beschreibung dieser letzten Art d Bewegung habe ich nur zuzusetzen, dass die einzelnen Körnche nicht etwa sich in grössern Zwischenräumen auf einander folge sondern die ganze Oberfläche des Sandrückens ist gleichzeitig i Bewegung und rückt ziemlich regelmässig die flach geneigte Bö schung herauf: hierauf stürzen die Körnchen augenblicklich hera und überdecken sich eines das andere, so dass sie sogleich eine neuen Scheitel des Rückens bilden. Bei diesem Fortrücken de ganzen Sandhügels nimmt derselbe indessen an Höhe nicht zu und dieser Umstand zeigt, dass nicht nur die Körnchen am Fuss der flachen Böschung in Bewegung gesetzt werden, sondern das das Wasser die ganze vordere geneigte Fläche angreift, wie dies auch wohl nicht anders sein kann. Man bemerkt in der That dass an ihrem Fusse die Anzahl der in Bewegung gesetzte Körnchen viel geringer ist, als weiter nach dem Scheitel hin, w ein Körnchen das andere zu berühren oder die ganze Oberfläche in Bewegung zu sein scheint.

Als ich die vorher regelmässigen Wände des Canales durch
gesetzte Blöcke auf verschiedene Weise beengte, um eine grosse
egelmässigkeit in der Strömung hervorzubringen, wurde so-
ch an einzelnen Stellen der Sand ganz fortgespühlt und das
sser führte denselben im Allgemeinen immer in der Richtung
stärksten Stromes fort, und liess ihn fallen, sobald die Ge-
windigkeit geringer wurde. So bildeten sich lang ausgezogene
ndhügel, auf welchen die Bewegung der einzelnen Körnchen
ch ganz in der beschriebenen Art erfolgte. Ein grosser Theil
s Canalbodens blieb aber jetzt vom Sande frei, und dieses war
ils an solchen Stellen der Fall, wo die Richtung des Stromes
cht hinwies und sonach der Sand auch gar nicht hingetrieben
urde, theils aber verhinderte an manchen Stellen die Heftigkeit
s Stromes, obgleich derselbe sehr vielen Sand enthielt, jede
blagerung des letzteren.

Die Erscheinungen, welche die Flussbetten zeigen, stimmen
hr genau mit den eben erwähnten überein: auch in ihnen lagert
ch der Sand in Bänken ab, welche stromaufwärts sehr flach,
romabwärts dagegen sehr steil abfallen, und diese Bänke bewegen
ch, wie man zuweilen beobachtet hat, bei schwacher Strömung
hr langsam mit dem Wasser fort. Zur Zeit des Hochwassers
itt jedoch ein anderes Verhältniss ein: der starke Strom greift
n Sand in grossen Massen an und treibt ihn schwebend fort,
durch in ähnlicher Art wie der kleine Canal bei der Ver-
derung der Ufer fast plötzlich stellenweise vom Sande entblösst
urde, auch das Strombette sehr schnell vertieft oder verflächt
ird. Die Ablagerungen, die sich bilden, haben auch in diesem
alle noch dieselbe Form, und wahrscheinlich erfolgt in ihrer
berfläche auch noch dieselbe Bewegung, aber ihr erstes Er-
scheinen geschieht viel rascher, als dass man dabei noch an jene
ngsame und nur periodisch eintretende Bewegung der einzelnen
örnchen denken könnte: dieselben kommen vielmehr mit der
eschwindigkeit des Wassers selbst an, und sinken sogleich zu
oden, wenn die Strömung schwächer wird.

Je gröber das Material wird, um so stärker muss die
trömung sein, welche dasselbe in Bewegung setzt: daher be-
eichnet die Ablagerung des groben Kieses und noch mehr die des
chwereren Geschiebes eine heftigere Strömung, als die des Sandes.

Jedesmal kann man aber annehmen, dass die Strömung oberh der Ablagerung stärker war, als unterhalb dieser Stelle, d nur die verminderte Geschwindigkeit war Veranlassung, dass Material sich aus dem Wasser ausschied. So findet man in Richtung der Hauptströmung des Hochwassers die schwersten G schiebe aufgeworfen, und dieses nicht nur im eigentlichen Fl bette, sondern auch auf der Thalsohle und selbst auf den neb liegenden Aeckern, wenn irgend eine Veranlassung war, den Str hierher zu weisen. Namentlich zeigt sich dieses bei Deichbrüch wo unmittelbar nach dem Einsturze des Deiches ein sehr heftig Strom sich zu bilden pflegt: man sieht alsdann häufig so grob Kies auf den Wiesen und Aeckern liegen, wie man ihn so in derselben Flussstrecke nicht bemerkt, weil er gewöhnlich in der tiefsten Rinne des Bettes bleibt. Diese Ablagerungen Kies und Geschiebe zeigen in ihrer Oberfläche eine sehr glei artige Masse, und dieses offenbar deshalb, weil bei der hier e getretenen Verminderung der Geschwindigkeit im Wasser nur e gewisse und zwar die schwerste Sorte von Körpern zurückbli alle übrigen aber, die leichter beweglich waren, noch weiter trieb Interessant ist es, dass die kaum sichtbaren feinen Goldflitter nur so weit ihre Bewegung fortsetzen, als faustgrosse Kie und mit diesen gemeinschaftlich niedersinken. Daher werden Goldwäschereien am Ufer des Rheins im Badenschen nur an d jenigen Stellen betrieben, wo die Ablagerungen von dieser sind. Die erwähnte Gleichmässigkeit des Materials erstreckt aber nur auf die Oberfläche, denn in den Zwischenräumen zwisc den Steinen kommt das Wasser zur Ruhe und lässt daselbst a die feineren Stoffe niedersinken, woher man nach Abräumung obern Schichten auch Sand und selbst Thon zwischen dem Ki und Geschiebe zu finden pflegt.

Die Aufhäufung grosser Sandmassen erfolgt wieder ähnliche Weise, wenn die Geschwindigkeit noch geringer w und der Thon endlich schlägt nur an solchen Stellen nie wo die Bewegung des Wassers fast ganz aufhört. Letzteres schieht nicht leicht in den Flussbetten selbst, aber wohl in Seit bassins, die nur vom Hochwasser angefüllt, aber nicht st durchströmt werden, vorzugsweise aber erfolgt es auf dem Gras bewachsenen Wiesengrunde oder zwischen Pflanzungen,

von keiner starken Strömung getroffen werden. So füllen sich die Gruben neben dem Unterrhein, aus welchen man die Ziegelerde entnommen hat, nach wenig Jahren wieder mit feinem Thone an, während das Bette selbst und diejenigen Stellen des Thales, wo ein starker Strom zur Zeit des Hochwassers herübergeht, mit Sand und häufig mit Kies bedeckt sind.

Verfolgt man das Bette eines grossen Stromes auf seine ganze Länge, so ist die Verschiedenheit des Materials, woraus dasselbe besteht, sehr auffallend. Der Rhein führt im Coblenzer Regierungsbezirke sehr grobe Geschiebe mit sich, auch bei Cöln zeigen sich an einzelnen Stellen noch faustgrosse Stücke. Bei Düsseldorf ist der Kies schon viel feiner, gegen die Niederländische Grenze zeigt er sich nur selten und die Stückchen haben kaum einen Zoll im Durchmesser. Der Sand gewinnt bei der Ablagerung immer mehr und mehr die Oberhand, und in Holland kommt derselbe nicht nur ausschliesslich vor, sondern die Grösse der Körnchen vermindert sich augenscheinlich auch immer mehr, je weiter man abwärts geht. Die Stufenfolge in der Grösse des Materials ist daher nicht zu verkennen, und gewiss rührt dieselbe vorzugsweise von der Beschaffenheit der Ufer, und zwar nicht nur des Stromes selbst, sondern auch der Nebenflüsse her. Die Nahe, Lahn, Mosel, Ahr, Sieg, Wipper und Ruhr sind Gebirgsflüsse, welche dem Rhein grosse Massen von Felstrümmern zuführen, die Lippe dagegen liefert ihm nur Sand. Ein zweiter Grund für die Verschiedenheit der Ablagerung ist demnächst aber auch in der Abnahme der Geschwindigkeit zu suchen. Schon oben wurde bemerkt, dass das Gefälle eines Stromes durch das Gewicht des Materiales bedingt ist, welches in sein Bette tritt: so würde der Rhein vor der Mündung der zuerst genannten Nebenflüsse vollständig gesperrt werden, wenn ihm nicht ein starkes Gefälle hier eine hinreichende Geschwindigkeit ertheilte, um die Steinstücke weiter zu treiben. Andrerseits aber ist die allmählige Abnahme des Gefälles und folglich auch der Geschwindigkeit wieder Veranlassung, dass zunächst die schwersten Geschiebe, sodann die feineren, ferner der Kies und endlich nur Sand im Flussbette …ommen. Es müsste sich sonach bei einem Strome, der nur …ern Theile seines Laufes mit allen diesen Materialien ver… …würde, noch dieselbe Reihenfolge der Ablagerung zeigen,

vorausgesetzt, dass nicht etwa sein Gefälle überall so stark bliebe, dass er diese Stoffe vollständig, und ohne sie fallen zu lassen, nach dem Meere führen könnte. Wenn man daher auf grosse Strecken das Bette eines Stromes mit Geschieben bedeckt sieht, so ist dieses noch kein Beweis dafür, dass gar kein Sand oder überhaupt kein feineres Material mit dem Wasser abgeführt werde, und noch weniger darf man annehmen, wie dieses wohl zuweilen geschehen ist, dass das Geschiebe, wie es vom Strome weiter getrieben wird, sich nach und nach durch Stossen und Reiben zerkleinert und auf diese Weise zuletzt in Sand verwandelt wird. Es dürfte überflüssig sein, in die Widerlegung dieser Ansicht näher einzugehen, welche mit allen sonstigen Erfahrungen in Widerspruche steht, doch muss ich anführen, dass Frisi hierüber besondere Versuche angestellt hat. Derselbe liess nämlich grössere Flusskiesel theils unmittelbar durch Handarbeit schütteln und stossen, theils aber brachte er sie in eine Trommel, welche lange Zeit hindurch durch eine Mühle gedreht wurde. Der Erfolg war genau von der Art, wie er sich vorhersehen liess: die Steine verloren nämlich ihre scharfen Ecken und rundeten sich ab (genau dieselbe Vorrichtung wendet man auch an, um die kleinen Marmor- und Achat-Kugeln darzustellen), das gelöste Material war aber keineswegs Sand, sondern ein sehr fein zertheilter Staub oder Schlamm, nämlich Staub, wenn die Steine trocken, und Schlamm, wenn sie benetzt waren. Bei den vielen Versuchen kam es nur ein einziges Mal vor, dass ein Stein zerbrach, welcher möglicher Weise schon früher einen Riss hatte. Wollte man also die erwähnte Ansicht verfolgen, so müsste man annehmen, dass aus jedem Stücke Geschiebe im Allgemeinen nur ein einziges Sandkörnchen würde: was gewiss Niemand behaupten wird.

Ueber die Ablagerung der Geschiebe und des feineren Materials sind noch einige auffallende Umstände zu erwähnen. Insofern die Richtung der stärksten Strömung keineswegs immer mit dem kürzesten Wege zusammenfällt, sondern vorzugsweise durch die Höhenlage des Terrains bedingt wird, so ist diese Richtung, wenn keine sonstigen Veränderungen eintreten, augenscheinlich vom Wasserstande abhängig. Das Hochwasser verfolgt häufig Wege, welche beim gewöhnlichen Wasser vollständig gesperrt sind, und man kann wohl im Allgemeinen annehmen, dass jede

ung des Wasserstandes, namentlich in Stromkrümmen, schon
enderung in der Richtung des Hauptstromes veranlasst.
schieht daher sehr häufig, dass der Weg für das kleine
r oder das eigentliche Flussbette bei starken Anschwellungen
usser der Richtung der Hauptströmung bleibt, und insofern
dann nur ein Bassin zur Seite des Hauptstromes bildet,
es stark verflächt zu werden. Besonders auffallend geschieht
an denjenigen Stellen, wo die Strömung das Bette verlässt
ieder in dasselbe eintritt, noch mehr aber, wo sie es kreuzt
quer herüber geht.

Sehr auffallend gestalten sich aus demselben Grunde auch
ündungen der Nebenflüsse, namentlich wenn sie ein
s Gefälle haben und viel Material dem Hauptstrome zuführen,
Zeit ihrer Anschwellung, wo sie letzteres besonders reichlich
lten, ist gewöhnlich auch der Hauptstrom angeschwollen.
Verbindung beider geschieht daher diesem Wasserstande ent-
hend in einer bedeutenden Höhe über dem niedrigen Wasser,
der Nebenstrom findet bei seiner Ausmündung ein sehr weites
l vor, in welchem das Material und namentlich das Geschiebe
ich zu Boden sinkt. Vorzugsweise erfolgt diese Ablagerung
rselben Richtung, in welcher das Wasser strömt, das heisst
Hauptstrome abwärts gerichtet. Fällt später das Wasser, so
rn diese Ablagerungen den Abfluss des Baches in seiner
lichen Richtung, und häufig sieht man in diesem Falle grosse
felder ganz trocken liegen, um welche der Bach sich herum-
t, indem er diejenige Stelle aufsucht, wo das wenigste
rial hingekommen ist, und dieses geschieht gemeinhin an der
aufwärtsgekehrten Seite seiner Mündung. In dieser Art
n sich fast alle Mündungen der Nebenflüsse der Mosel ge-
t, und zuweilen traten die Kiesbänke so weit in die Mosel
n, dass dieselbe auf einen sehr geringen Theil ihrer sonstigen
e eingeengt und so stark aufgestaut wurde, dass eine heftige
mschnelle sich längs der Kiesbank bildete. Namentlich ge-
h dieses neben dem Städtchen Cochem. Die Mündung der
per in den Rhein hat sich in ähnlicher Weise gestaltet, und
ihr liegen weit ausgedehnte Sandflächen.

Wenn der Nebenfluss ungefähr dasselbe Gefälle, wie der
ptstrom hat, und seine Mündung ziemlich regelmässig strom-

abwärts gekehrt ist, bilden sich gleichfalls oberhalb des Vereinigungspunktes Untiefen, deren Entstehung noch besonders erklärt werden muss. Sobald nämlich einer von beiden Strömen anschwillt, während der andere nicht in gleicher Weise wächst, so bildet die Mündung des letzteren ein Seitenbassin, das vom Hauptstrom nicht getroffen, wohl aber durch das höhere Wasser desselben angefüllt wird. Die Stoffe, welche der angeschwollene Strom mit sich führt, treten daher auch in das Bette des andern Stromes und fallen daselbst reichlich nieder. Sobald aber der zweite Strom später die grösste Höhe erreicht, so verflächt er umgekehrt wieder das Bette des ersteren, und auf diese Weise leiden beide Mündungen und können nicht diejenige Tiefe erhalten, welche sie haben würden, wenn die Confluenz hier nicht stattfände. Derselbe Umstand giebt zum Entstehen der Untiefen am obern und untern Ende der Inseln Veranlassung: jenachdem der Wasserstand sich ändert, wird gemeinhin bald der eine, bald der andere Arm zum Hauptstrome, und dadurch verlandet jedesmal die Ein- und Ausmündung desjenigen Armes, wo grade der schwächere Strom hindurchgeht.

Die Inseln sind aus dem eben erwähnten Grunde für den Strom im Allgemeinen höchst nachtheilig, und man muss sich daher bemühen, ihrem Entstehen vorzubeugen. Es ist mehrfach als Erfahrungssatz ausgesprochen worden, dass eine Insel sich niemals unmittelbar bildet, sondern jedesmal eine Landzunge, die vom Ufer aus stromabwärts vortritt, durch später erfolgten Abbruch ihres obern Theiles sich zu einer Insel umgestaltet. Ich habe diese Ansicht immer bestätigt gefunden, doch muss ich bemerken, dass die erwähnte Landzunge vor ihrem Durchbruche gewöhnlich so niedrig bleibt, dass sie nur beim kleinen Wasser sichtbar ist, oder sie auch wohl überhaupt sich nur als eine Untiefe oder Bank darstellt. Der Geheime Regierungsrath Eversmann hatte in seiner fast 50jährigen höchst erfolgreichen Wirksamkeit am Unterrhein die Inseln nur auf diese Weise entstehen sehen, und niemals bemerkt, dass eine solche unmittelbar im Strombette selbst erschienen wäre.*)

*) Minard giebt in seinem *Cours de Construction des ouvrages qui établissent la navigation des rivières et des canaux.* Paris 1841 auf Seite 13 dieselbe Erklärung über die Entstehung der Inseln.

sich daher auch wohl Verhältnisse denken liessen, unter die Anhäufung des Sandes oder Kieses zu einer Insel Zusammenhang mit den Ufern erfolgen könnte, so kommen [sie] gewiss nur sehr selten vor. Gewöhnlich geschieht es, [dass] der Strom in Folge einer starken Annäherung gegen das Ufer dasselbe abbricht und die gelösten Materialien an der fallen lässt, wo er in sein früheres Bett zurücktritt. Hier die Stoffe eine Untiefe, welche in Form einer schmalen vom Ufer aus nach der Mitte des Bettes vortritt: dieselbe [bezei]chnet die Richtung des stärksten Stromes. Diese Ablagerung nach und nach immer höher und sperrt zum Theil das [ganz]e Profil. Hierdurch wird aber der Abfluss des Wassers [gehin]dert, und der Strom versetzt daher wieder das obere Ende Bank in Abbruch, namentlich wenn in der Zwischenzeit auch Angriff gegen das Ufer fortdauerte und dasselbe noch weiter [zurü]ckwich. Sobald der obere Anschluss der Untiefe durchbrochen eine tiefe Rinne hier gebildet ist, so ist die Spaltung des [Stro]mschlauches erfolgt, und der zwischenliegende Grund, den [nich]t von beiden Seitenströmungen direct trifft, der aber von beiden Material versehen wird, erhöht sich immer mehr, und sobald [er b]is zum mittlern Wasserstande herauf gewachsen ist, so findet gewöhnlich ein Aufschlag von Weiden darauf ein, welcher mehr zur Beruhigung des Wassers beiträgt und dadurch nicht die Insel erhöht, sondern sie auch stromabwärts ausdehnt.

Endlich verdient hier noch die starke Ablagerung des feineren [Mate]rials neben dem Flussbette eine besondere Erwähnung: ist [gewöhn]lich der Fluss über die Ufer getreten, so wird in vielen Fällen Hauptströmung noch immer im Bette bleiben: der Sand wird nicht bedeutend weit über die Ufer getrieben, dagegen tritt fortwährend auf die Ränder desselben und fällt hier nieder. [And]erntheils treten aber auch die Thontheilchen aus dem eigent[liche]n Strome viel reichlicher auf die nächsten Theile der Ufer, auf die entfernteren, und so geschieht es, dass in beiden [Fäl]len jene sich weit stärker erhöhen, als diese, und man zu[wei]len eine Art von natürlichen Deichen zur Seite des Flusses [find]et. Sehr auffallend ist diese Erscheinung unter andern an [der] obern Lippe, woselbst das Wasser beim Beginn der An[sch]wellungen durch diese Uferränder verhindert wird, sich sogleich

über die Thalfläche zu verbreiten. Am Mississippi und am ist dasselbe bemerkt worden *).

§. 57.

Verschiedene Wasserstände.

Die Höhe des Wasserspiegels ist an jeder Stelle des Stro durch die Wassermenge bedingt: wenn diese sich vergröss so steigt das Wasser und entgegengesetzten Falles sinkt es. ändert sich dabei freilich auch die Stärke der Strömung, ab nicht in dem Maasse, dass sie allein die Aenderung des Zufluss ausgleichen könnte, es muss also auch der Flächeninhalt d Querschnittes vom Strome eine Aenderung erleiden, und ei solche kann nur durch die Erhebung oder Senkung des Nivea sich darstellen.

Die Quantität des zufliessenden Wassers hängt wieder v den atmosphärischen Niederschlägen ab, welche, wie schon früh erwähnt, höchst ungleichmässig auf das ganze Jahr vertheilt sin Sammeln sich diese Niederschläge unmittelbar in einem Bac und wird derselbe durch keine eigentlichen Quellen gespeist, zeigt er dieselbe Veränderlichkeit, wie die Witterung: bei stark Regengüssen und ebenso beim Schmelzen des Schnees schwillt in kurzer Zeit heftig an, und versiegt wieder sehr schnell, sob trocknes Wetter eintritt. Die kleinern Gebirgsflüsse und no mehr die Bäche, welche auf den Bergen ihre Zuflüsse samme charakterisiren sich durch diese Eigenthümlichkeit: von den st geneigten Ufern fliesst das Wasser sehr schnell in das Bette her und der feste und undurchdringliche Boden giebt keine Ver lassung dazu, dass ein Theil sich in denselben hineinziehen u zu einer nachhaltigen Speisung der Quellen dienen könnte.

Sobald der Weg, den das Wasser zu durchlaufen hat, e grössere Ausdehnung gewinnt, so erfolgt hier schon gewiss maassen eine Ausgleichung, wie Prony dieses durch ein sehr ei faches Experiment nachgewiesen hat **). Der Grund davon li darin, dass die Fluthwelle nicht nur das eigentliche Bette, sond

---

*) *Mich. Chevalier histoire et description des voies de com munication aux états unis.* I. p. 75.

**) Vergleiche I. §. 27.

die Niederungen zur Seite füllen muss, und indem die
n das aufgesammelte Wasser später wieder dem Flusse zu-
n, so dehnt sich die Dauer der Anschwellung um so länger
je weiter der Weg ist, den sie zurücklegt. Weit vollständiger
sich die Ausgleichung des abzuführenden Wassers aber heraus,
die atmosphärischen Niederschläge zunächst in weit aus-
hnten **Bassins** aufgenommen werden und aus diesen erst
ie Flussbetten treten. Am häufigsten sind es Sumpfgegenden,
he in dieser Weise als Regulatoren dienen, und diejenigen
se, welche aus solchen ihr Wasser erhalten, zeigen schon
viel grössere Gleichmässigkeit und versiegen nie mehr. Noch
ständiger erfolgt aber die Ausgleichung der Zuflüsse, wenn
Wasser in weiten Seen aufgenommen wird und aus diesen
die Flussbetten tritt: so verändert der Spirding-See ohnerachtet
reichen Quellen, die er aufnimmt, im Laufe des Jahres seinen
nd durchschnittlich nicht mehr als um einen Fuss: in seinem
Quadratmeilen grossen Becken sammelt sich der Niederschlag
32 Quadratmeilen Oberfläche an, und speist das ganze Jahr
durch sehr reichlich den Pisseck-Fluss, dem selbst in der
kensten Jahreszeit noch über 200 Cubikfuss in der Secunde
eführt werden. Der grosse Vortheil eines solchen gleich-
ssigen Zuflusses besteht theils darin, dass selbst in der trocken-
Jahreszeit eine für den Betrieb der Schifffahrt hinreichende
ssermenge im Strome bleibt, theils aber fehlen hier auch die
rken Anschwellungen, welche auf die umgebenden Ländereien
nachtheilig wirken und die Ufer verheeren. Ein dritter wohl-
tiger Einfluss der Seen, dessen schon früher erwähnt worden,
ieht sich endlich darauf, dass sie die Geschiebe und das feinere
terial des Stromes aufnehmen und dadurch die untere Strom-
ecke vor den nachtheiligen Ablagerungen derselben sicher stellen.

Das grossartigste Beispiel von der Ausgleichung des Wasser-
ndes durch ausgedehnte Wasserbecken, welche mit den Strömen
Verbindung stehen, ist die Kette von Seen, welche in Nord-
nerika der St. Lorenzstrom durchfliesst. In diesen Seen selbst
mmt keine bedeutende Aenderung des Wasserspiegels vor *),

---

*) *Stevenson sketch on the Civil Engineering in North-America*
37. p. 68. Daselbst ist zwar von einer Anschwellung des Erie-Sees

und selbst bei der Einmündung des Ottawa in den St. Lorenz ohnfern Montreal, soll der Unterschied zwischen dem bekannten höchsten und kleinsten Wasserstande nur $\frac{1}{2}$ Meter *) oder 1 Fuss 7 Zoll betragen.

Ganz anders ist das Verhalten derjenigen Ströme, welche in Gebirgsgegenden entspringen und weder ausgedehnte Niederungen berühren, noch auch Seen durchfliessen; die Ruhr liefert bei einer Ausdehnung des Flussgebiets von etwa 94 Quadratmeilen zur Zeit des kleinsten Wassers nur 277 Cubikfuss **): dagegen schwillt sie zur Zeit des Hochwassers an einzelnen Stellen bis 17 Fuss über den niedrigsten Wasserstand an. Eben so führte die Lahn zur Zeit des sehr niedrigen Wasserstandes im October 1842 unterhalb Wetzlar nur etwa 200 Cubikfuss ab, während die Ausdehnung ihres Flussgebietes für diese Stelle ungefähr 83 Quadratmeilen misst. Der Unterschied zwischen dem höchsten und kleinsten Wasser beträgt bei Leun unterhalb Wetzlar 10 bis 12 Fuss.

Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass der Wasserstand eines Stromes vorzugsweise von der Reichhaltigkeit seiner Zuflüsse, oder wenn er aus grossen Seen gespeist wird, von dem Wasserstande in diesen abhängt; beide Umstände sind aber wieder durch die Witterungsverhältnisse bedingt, und da letztere im Laufe jeden Jahres sich mit ziemlicher Regelmässigkeit wiederholen, so stellen sich in derselben Periode auch eben so regelmässige Veränderungen des Wasserstandes im Strome ein. Umfassen die Beobachtungen einen Zeitraum von mehrern Jahren, so lässt sich darnach der mittlere Wasserstand für jeden Monat berechnen, und zugleich die Grenze bezeichnen, bis zu welcher die in jedem Monat eintretenden höchsten Anschwellungen oder tiefsten Senkungen durchschnittlich zu steigen oder zu fallen pflegen. Ermittelungen dieser Art sind nicht nur für die zweckmässige Ausführung der Bauten am Strome von grosser Wichtig-

die Rede, die in der Periode von 7 Jahren wiederkehren und 2 Fuss betragen soll, doch sagt der Verfasser selbst, dass die Sache nicht gehörig aufgeklärt sei.

*) *M. Chevalier histoire et description des voies de communication aux états unis I. p. 46.*

**) Der Ruhrstrom und seine Schifffahrtsverhältnisse von L. Henz. Essen 1840, Seite 4.

sondern sie dienen auch besonders dazu, die Eigenthümlich- der Ströme genau kennen zu lernen. Ueber die Messungen wird im Folgenden ausführlich die Rede sein: die Resultate lben, die ich beispielsweise für den Rhein und die Weser hnet habe, müssen aber schon hier mitgetheilt werden. Sie n sich am deutlichsten dar, wenn man sie als Curven auf- net und zwar so, dass die Zeit als Abscisse und die beobach- Höhe als Ordinate angenommen wird. Die Tafeln XXVIII. XXXI. enthalten verschiedene Zeichnungen dieser Art.

Fig. 66 Taf. XXIX. zeigt in den ausgezogenen Linien die erwähnten mittleren monatlichen Wasserstände, für verschie- Beobachtungsorte an der Weser. Die Höhen sind nach njährigen Beobachtungen aus den Jahren 1833 bis 1842 be- net, und zwar sind sie auf den mittlern Wasserstand dieser zen Periode reducirt, der unter dem Beobachtungsorte beige- rieben und in der Scale in der mit Null bezeichneten Höhe enommen ist. Es ergiebt sich hieraus, dass der Wasserstand Januar und März am höchsten und im September am niedrig- n zu sein pflegt, der Unterschied zwischen den mittleren Wasser- nden dieser Monate beträgt durchschnittlich zwischen 4 und Fuss. Die punktirten Linien in denselben Figuren bezeichnen eder die Höhe des arithmetischen Mittels aus den höchsten und edrigsten Wasserständen, die in jedem Monate während derselben riode vorgekommen sind.

Die einzelnen Beobachtungsorte zeigen wesentliche Verschie- nheiten, so z. B. beträgt bei Eisberge der Unterschied zwischen em mittleren Wasserstande im März und September 5 Fuss Zoll, bei Vlotho dagegen (nahe 2 Meilen davon entfernt) nur Fuss 9 Zoll. Diese Abweichung ist im vorliegenden Falle in er Verschiedenheit des nächst unterhalb belegenen Flussbettes egründet. Die relativen Gefälle stellen sich zwar für die ganzen Strecken ziemlich gleichmässig dar: dasselbe beträgt nämlich zwischen Eisberge und Vlotho $\frac{1}{2913}$ und zwischen Vlotho und Minden $\frac{1}{3282}$. Zunächst unterhalb Vlotho befindet sich aber eine starke Stromschnelle, die Vlothoer Gosse, welche die Abführung der Fluthen sehr erleichtert, und überdies tritt der Strom hier in ein mehr geöffnetes Thal, welches in dieser Beziehung gleichfalls die Anschwellung mässigt.

Ausserdem können die Zuflüsse auch wesentliche Abweich gen für verschiedene Beobachtungsorte bedingen; im vorliegen Beispiele scheinen sie auf die mittlern Wasserstände der einzel Monate keinen grossen Einfluss auszuüben, aber die Anomali Betreff der höchsten Wasserstände, die bald in den Januar bald in den Februar fallen, scheint vorzugsweise durch sie anlasst zu werden.

In Fig. 65 sind die Wasserstände für Lüchtringen, Eisbe und Schlüsselburg, während des Zeitraumes von Mitte Mai gegen Ende Juli des Jahres 1843, aufgetragen, und zwar nachd sie auf den mittlern Wasserstand reducirt worden. Es ergi sich aus dieser Zusammenstellung noch deutlicher, wie die A schwellungen an verschiedenen Stellen des Stromes eine sehr v schiedene Höhe erreichen, und zwar ist dieser Unterschied wied nicht constant, sondern bald stellt sich die Höhe an dem ein und bald an dem andern Orte grösser heraus. Es muss hierb aber noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, wie d Anschwellungen viel schneller eintreten als verschwinden, inde alle Fluthwellen in der Zeichnung an ihrer vordern Seite stei sind, als an der hintern. Auch die fast gleichzeitige Verbreitu der Anschwellung über die ganze Stromstrecke, welche die Beobachtungen umfassen, verdient Erwähnung. Bei der A schwellung in der Mitte des Monats Juni war an den drei Beobac tungsorten an demselben Tage die stärkste Erhebung des Wass standes eingetreten; beim Hochwasser im Mai und Juli war dagegen der höchste Wasserstand in Lüchtringen nur einen T früher, als in Schlüsselburg beobachtet, obgleich die Entfernu beider Orte von einander nach der Länge des Stromlaufes et 21 Meilen beträgt.

Ich habe ferner in Fig. 67 die Wasserstände zusamme gestellt, welche an den verschiedenen Pegeln, wenn auch nic ganz gleichzeitig, doch als Folge derselben Anschwellung si darstellten; die angegebenen Höhen bezeichnen nämlich die Maxim oder die Minima des Wasserstandes. Die obere Linie bezieht si auf den ungewöhnlich hohen Wasserstand am 19. und 20. Janu 1841. Die Beobachtung desselben ist zum Theil nicht ganz sich indem die Pegel bei Höxter, Lüchtringen und Vlotho theils dur das Eis beschädigt, theils aber durch Versetzung desselben vo

ne getrennt wurden. Die folgenden Linien bezeichnen sämmt-
nur Wasserstände bei offnem Strome, wobei also der Eis-
g oder der Eisstand keinen Einfluss hatte. Es giebt sich in
n grossentheils eine gewisse Regelmässigkeit zu erkennen,
am auffallendsten ist hierbei der Unterschied zwischen Eis-
ge und Vlotho, der sich aus der bereits erwähnten Beschaffen-
t des Flussthales erklärt. Dieser Unterschied wird aber für
nere Wasserstände immer geringer, bis er etwa bei dem Was-
stande von 2 Fuss unter dem mittteren ganz verschwindet.
r auffallend ist es, dass er bei einem noch niedrigern Wasser-
de sich in entgegengesetztem Sinne zeigt, so dass der Pegel
Vlotho alsdann eine verhältnissmässig grössere Höhe, als der
Eisberge markirt. Die in dieser Zusammenstellung angege-
n verschiedenen Wasserstände würden, augenscheinlich eine
andere Höhe des mittleren Standes bedingen, wenn in ähn-
r Weise das Gefälle der Weser sich jederzeit vertheilen
te. Dieses geschieht aber nur, wenn der Wasserstand eine
sere Dauer hat oder er sich als Maximum oder Minimum
tellt. In allen andern Fällen zeigen sich die verschiedensten
eichungen, und von diesen hängt vorzugsweise der berechnete
ere Wasserstand ab.

Bei der zuletzt erwähnten Zusammenstellung habe ich aus-
iesslich die Beobachtungen aus den letzten Jahren benutzt,
n ein Strombette, wie bereits erwähnt worden, fortwährenden
derungen unterworfen ist, welche wieder die Höhe der Wasser-
de bedingen. Namentlich sind solche Aenderungen in dem
e zu erwarten, wenn bedeutende Correctionsarbeiten vorge-
men werden. Seit etwa 12 Jahren hat man im Preussischen
heile die Regulirung der Weser sehr kräftig betrieben und fast
der ganzen Länge des Stromes die frühern Schifffahrtshinder-
se beseitigt. Der Einfluss dieser Bauten giebt sich auch in
Wasserstandsbeobachtungen zu erkennen. Ich habe in der
chnung Fig. 68 die in jedem Jahre von 1819 bis 1843
bachteten niedrigsten Wasserstände (jedoch mit Ausnahme der-
igen, die beim Eisgange oder bei Eisversetzungen eintreten)
gestellt, und zwar wieder, nachdem sie auf die mittleren
asserstände reducirt waren. Es ergiebt sich hieraus, wie seit
m Jahre 1830 wesentlich verschiedene Verhältnisse eingetreten

sind. Dass im Allgemeinen die in der letzten Zeit an den schiedenen Pegeln beobachteten niedrigsten Wasserstände viel zusammenfallen, als es früher geschah, erklärt sich dadurch, die mittlern Wasserstände aus den neusten Beobachtungen 1833 — 1842) hergeleitet sind, und sonach der Nullpunkt diese Scale nach einer Rechnung ermittelt ist, worin wohl letzten, aber nicht die früheren niedrigsten Wasserstände mit nutzt sind. Die Wasserstände von Vlotho und Minden und ebe die von Petershagen und Schlüsselburg haben sich im Laufe Zeit gegen einander nicht wesentlich verändert: aber eine bedeutende Aenderung ist in der gegenseitigen Lage der beiden gegen die letzten eingetreten. Für die gewählte Redu waren sie vor dem Jahre 1830 etwa um einen Fuss von eina verschieden, später sind sie aber so nahe zusammen gerückt, sie sich zum Theil sogar kreuzen. Namentlich ist die Aender des Wasserstandes bei Minden gegen den bei Schlüsselburg auffallend, und es ist wohl nicht in Abrede zu stellen, dass bedeutenden Correctionen unterhalb Minden hierauf Einfluss ge haben, während andrerseits die Untiefen unterhalb Schlüsselb in demselben Zeitraume zunahmen und daher hier der Wass spiegel sich heben musste. Dergleichen Senkungen des Wass spiegels treten wahrscheinlich bei den meisten Stromcorrection ein, und hierin liegt der Grund, weshalb die Fundamente Brücken und ebenso die Drempel der Schleusen gegen das niedrig Wasser ziemlich allgemein in neuster Zeit eine höhere Lage nehmen, als sie bisher hatten. Nach dem vorliegenden Beisp darf man indessen nicht besorgen, dass eine so starke Reduc des Gefälles eintreten könne, dass dadurch die Schifffahrt gefäh det wird. Das Gefälle zwischen Minden und Schlüsselburg trägt 34 Fuss, und hat sich in der letzten Zeit beim klein Wasserstande vielleicht um 1 Fuss vermindert, der Unterschied also so unbedeutend, dass er nicht als nachtheilig angese werden kann, wie wohl er allerdings eine grössere Vertiefung Fahrrinnen bedingt, als vielleicht anfangs nothwendig ersch Hierbei muss indessen noch bemerkt werden, dass keineswegs Mangel an Wassertiefe allein der Schifffahrt hinderlich ist deren Beseitigung sonach nicht der einzige Zweck der Regulirung war, in noch viel höherem Grade erfordert die Schifffahrt

ässiges Fahrwasser, das leicht aufgefunden und eingehalten n kann, denn eine schmale und krumme Rinne, wenn sie an sich hinreichende Tiefe hat, ist für den Schiffer ohne n, indem er sie nicht verfolgen kann.

Demnächst theile ich ähnliche Zusammenstellungen der Wasstände des Rheins mit; ich habe dieselben, soweit es mir ich war, auf die ganze Länge seines Laufes ausgedehnt; ehlten jedoch dabei alle Beobachtungen in der sehr wichtigen ustrecke zwischen Ketsch oberhalb Mannheim und Bacharach, elche der Neckar, der Main und die Nahe einmünden.

Fig. 64, Taf. XXVIII. zeigt wieder die im Anfange des es 1843 zu Bacharach, Coblenz, Cöln, Düsseldorf, Wesel und erich angestellten Wasserstandsbeobachtungen. Dieselben sind t auf den mittleren Wasserstand reducirt, wenn die Linien st noch stärker zusammenfallen würden, als es jetzt schon chieht. Es ergiebt sich hieraus wieder, dass die Anschwelgen in der kurzen Zeit von 1 bis 2 Tagen den über 40 Meilen gen Weg von Bacharach bis Emmerich zurücklegen, und dass gleichfalls viel schneller eintreten, als verschwinden. Dabei en sie aber in den Höhen, die sie an den verschiedenen bachtungsorten erreichen, sehr vielfache Anomalien zu erkennen, man theils aus der Beschaffenheit des Thales, vorzugsweise aber der abwechselnden Ergiebigkeit der Seitenzuflüsse erklären muss.

Für alle Punkte, von denen ich mir ausgedehnte Beobachgsreihen verschaffen konnte, habe ich die mittleren Wasserände jeden Monats und die arithmetischen Mittel aus den höchen, sowie auch aus den niedrigsten Wasserständen für jeden onat berechnet. Fig. 69, Taf. XXX. enthält die Resultate dieser echnungen. Dabei sind die Höhen auf den mittlern Wasserstand educirt, der jedesmal in der mit Null bezeichneten Linie liegt. er mittlere Wasserstand ist nach dem Maasse des betreffenden egels unter dem Beobachtungsorte beigeschrieben, für die Aufagung der Scalen ist aber das Preussische Fussmass eingeführt worden. Die in Friedrichshafen angestellten Beobachtungen hat inger *) mitgetheilt: die Wasserstände für Basel, Kehl und

*) Jahresberichte der Witterungsverhältnisse in Würtemberg.

Lauterburg sind aus Defontaine's Angaben *) entnommen, endlich habe ich für die Holländischen Beobachtungen die Ta benutzt, welche von Krayenhoff **) darüber mittheilt. Durch im Preussischen angestellten Beobachtungen sind die mittl Wasserstände aus der Periode von 1833—1842 hergeleitet. auswärtigen Beobachtungen umfassen verschiedene Zeiträume. ausgezogene Linie bezeichnet auch hier den mittleren Wasserst die punktirten Linien dagegen die arithmetischen Mittel aus höchsten und niedrigsten Wasserständen.

Die auffallendste Erscheinung, welche der erste Anblick d Scalen erkennen lässt, ist die Verschiedenheit der Zeit des E tritts des Hochwassers: vom Bodensee bis Ketsch erfolgt ders durchschnittlich im Monat Juli, von Bacharach abwärts im Febr Der obere Theil des Stromes wird also durch die Wasserst des Bodensees normirt, welche durch das Schmelzen des Eise der Schweiz bedingt sind, und diese Anschwellungen geben s bis Vianen noch deutlich zu erkennen. Die Seitenzuflüsse wer aber auf eine andere Weise gespeist und schwellen, ähnlich Weser, im ersten Frühjahr oder beim Abgange des Winters stärksten an: indem sie ihre Fluthen dem Rhein zuführen, haben sie immer mehr und mehr den Wasserspiegel dessel und bewirken in ihm eine viel höhere Anschwellung, als höchste Wasserstand im Bodensee veranlassen konnte.

Die grössere oder mindere Erhebung des Wasserspiegels ü den mittleren Wasserstand ist an den verschiedenen Orten, th durch die Beschaffenheit des zunächst unterhalb belegenen Str bettes, theils aber durch die Zuflüsse in der Nähe bedingt. geringe Erhebung des mittleren Wasserstandes für den Mo Januar bei Coblenz dürfte wohl allein dadurch zu erklären s dass der dortige Pegel nicht allein durch die Fluthen des Rhei sondern auch durch die der Mosel bedingt ist, und indem Eisgang und die damit verbundene Anschwellung in beiden St men nicht gleichzeitig eintritt, so treffen diese Wassermassen ni zusammen, sondern eine wird nach der andern abgeführt, und

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1833. *II.*

**) Verzameling van hydrographische en topographische Waarn mingen. Amsterdam 1813.

ng des Wasserspiegels stellt sich sonach viel mässiger als sie entgegengesetzten Falls sein würde. Die grossen vellungen bei Basel, Bacharach, Ruhrort und Wesel erklären ber durch die Beschränkung der unterhalb befindlichen rofile.

ig. 70. Taf. XXXI. stellt die erwähnten Anschwellungen in mittleren Grössen an den verschiedenen Stellen noch deut- dar. Die mit Null bezeichnete Linie ist der mittlere Wasser- wie er auf dem vorhergehenden Blatte angegeben worden Die schraffirten Linien bezeichnen die arithmetischen Mittel len höchsten und niedrigsten Wasserständen jedes Jahres; eigen, dass die Anschwellungen in Ruhrort sich im Allge- en am höchsten herausstellen, während sie im Bodensee am gsten sind; dagegen sinkt der Wasserspiegel wieder im Boden- am wenigsten und dagegen bei Wesel am tiefsten unter seinen eren Stand herab. Die drei punktirten Linien markiren die eren Wasserstände, sowie auch die durchschnittlich höchsten niedrigsten Wasserstände im Monat Juli, sie stellen also die der Schweiz herrührenden Anschwellungen dar, welche strom- ärts immer unbedeutender werden. Sehr entsprechend diesen ien, jedoch ganz symmetrisch im entgegengesetzten Sinne ge- mmt, sind die drei ausgezogenen Linien, welche die mittleren die durchschnittlich höchsten und niedrigsten Wasserstände Monats Februar bezeichnen; letztere bedingen die höchsten chwellungen am Unterrhein. Diese symmetrische Gestaltung Curven für den Februar und Juli ist nur eine Folge davon, s der allgemeine mittlere Wasserstand in der graden Linie genommen ist: je grösser der Einfluss der einen Anschwellung f die Bestimmung dieses mittleren Wasserstandes ist, um so ringer muss der der andern sein, daher kommt es, dass die eine ser Curven steigt, wenn die andere sinkt. Die auffallende Aus- hme, welche in dieser Beziehung Bacharach zeigt, erklärt sich rch die starken Anschwellungen, welche hier regelmässig durch versetzungen hervorgebracht werden, und welche Ursache sind, ss der mittlere Wasserstand hier unverhältnissmässig hoch sich rausgestellt hat. Wenn man diese hohen und gewöhnlich lange haltenden Wasserstände unbeachtet lassen dürfte, so würden die ämmtlichen Curven bei Bacharach sich zugleich mit dem mitt-

leren Wasserstände senken, und dadurch würden sie auch hi
entsprechender Weise gekrümmt sein.

Endlich habe ich in Fig. 71 noch die mittleren, sowie absolut höchsten und niedrigsten Wasserstände jedes Jahres 1800 bis 1843 für Düsseldorf berechnet. Eine gewisse period wiederkehrende Erhebung und Senkung giebt sich dabei nich erkennen, aber eben so wenig bemerkt man, dass die mittl oder die niedrigsten Wasserstände im Laufe der Zeit sich senk wenigstens ergiebt diese Scale, dass wenn eine solche Senk dennoch vorhanden wäre, sie höchst unbedeutend sein müs und sich selbst in dem langen Zeitraume von 44 Jahren n mit Sicherheit nachweisen liesse.

Ich versuchte es, einzelne Beharrungswasserstände und nam lich die höchsten Anschwellungen auch auf dem Rheine durch verschiedenen Beobachtungsorte zu verfolgen: dieses war jed für längere Strecken nicht möglich, indem theils die vorliegen Beobachtungen nicht dieselben Zeiträume umfassten, theils a auch die Einwirkung der Seitenzuflüsse sich gewöhnlich so üb wiegend herausstellte, dass es gar nicht zu ermitteln war, ob vorkommenden Anschwellungen von den letzteren oder vom Ob rhein herrühren. Ich will indessen hier einige Angaben mitthei die einigermassen zur Beurtheilung der Geschwindigkeit die können, mit welcher die Fluthen fortschreiten. Die nachsteh bezeichneten Tage sind diejenigen, an welchen der Wasserst jedesmal die grösste Höhe erreichte.

In Basel	den	1.	Juli	1816.
in Kehl	-	4.	-	-
- Cöln	-	7.	-	-
- Düsseldorf	-	6.	-	-
- Ruhrort und Wesel	-	8.	-	-
- Rees, Emmerich und Arnheim	-	9.	-	-
ein anderes Maximum				
in Basel und Kehl	den	22.	Decbr.	1819.
- Söllingen	-	23.	-	-
- Bacharach und Coblenz	-	25.	-	-
- Cöln und Düsseldorf	-	26.	-	-
- Ruhrort	-	27.	-	-

in Wesel	den	28. Decbr.	1819.
- Emmerich	-	29. -	-

ferner

in Basel und Kehl	den	27. August	1824.
- Coblenz	-	31. -	-
- Bonn und Ruhrort	-	1. Septbr.	-
- Wesel und Rees	-	2. -	-

und endlich trat eine besonders hohe Anschwellung ein

in Basel und Kehl	den	4. Novbr.	1824.
- Coblenz und Cöln	-	5. -	-
- Düsseldorf und Ruhrort . . .	-	6. -	-
- Wesel, Rees und Emmerich	-	7. -	-

Das sehr schnelle Vorrücken des Hochwassers im letzten Falle hatte ohne Zweifel seinen Grund darin, dass der im ganzen Stromgebiete gleichzeitig eintretende starke Regen in den Nebenflüssen und durch diese auch im untern Rhein schon die höchste Anschwellung hervorbrachte, bevor die Fluthen vom Oberrhein herabkamen. Nach den vorstehenden vier Beobachtungen legt das Hochwasser den Weg von Basel bis Coblenz oder Cöln durchschnittlich in $3\frac{1}{2}$ und von hier bis Emmerich in $2\frac{3}{4}$ Tagen zurück; es durchläuft also von Basel bis gegen Bonn durchschnittlich an einem Tage 19, und von Bonn bis Emmerich 9 Meilen: die Geschwindigkeit beträgt daher respective $5\frac{1}{3}$ und $2\frac{1}{2}$ Fuss in der Secunde. Die erste Geschwindigkeit stimmt mit derjenigen ziemlich nahe überein, welche die Anschwellungen in der Weser nach den vorstehenden Mittheilungen zu haben scheinen. Es ergiebt sich indessen aus den Beobachtungen für beide Ströme, dass im Allgemeinen das Fortschreiten des Hochwassers immer um so schneller erfolgt, je höher es ist, und dass geringe Anschwellungen sich nur sehr langsam bewegen.

Hiernach müsste in solchen Strömen, die wegen der weiten Verbreitung der Niederungen, welche sie durchfliessen, nur geringe Anschwellungen zeigen, auch die Geschwindigkeit der letztern sehr unbedeutend bleiben. Dieses bestätigt sich auf eine sehr auffallende Art an der Spree. Der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande jedes Jahres beträgt für dieselbe durchschnittlich

im Oberwasser bei Cottbus	3¼	Fuss
im Unterwasser daselbst	4¼	-
bei Beeskow	4¼	-
im Oberwasser bei Berlin	3½	-
im Unterwasser daselbst	4½	-

Die periodisch eintretenden Veränderungen des Wasserstandes stellen sich hiernach sehr geringe heraus, und es ist in vielen Fällen ganz unmöglich, mit Sicherheit zu erkennen, ob die an den verschiedenen Pegeln beobachteten Hochwasser wirklich die Folge derselben Fluthen sind. Nichts desto weniger giebt sich doch bei den Anschwellungen zur Zeit des Abganges des Eises eine gewisse Regelmässigkeit in dem Fortschreiten des höchsten Wasserstandes zu erkennen, und zwar tritt das höchste Wasser in Beeskow durchschnittlich 14 Tage später als in Cottbus und in Berlin wieder um 14 Tage später als in Beeskow ein. Die Entfernungen betragen respective 15 und 12 Meilen. Die Fluth bewegt sich also mit der sehr geringen Geschwindigkeit von nahe ⅓ und ¼ Fuss in der Secunde und legt an einem Tage noch keine volle Meile zurück.

Bei kleinen Flüssen, welche zur Zeit eines niedrigen Wasserstandes nur nothdürftig die daran gelegenen Mühlen im Betriebe erhalten, und welche ganz oder doch grossentheils gesperrt werden, sobald die Mühle nicht arbeitet, hat man Gelegenheit die Bewegung des höhern Wassers, sobald der Betrieb der Mühle wieder anfängt, sehr sicher wahrzunehmen. Wenn die Mühlen in Telgte an der Ems, nachdem sie am Sonntage regelmässig geschützt waren, am Montage früh wieder in Betrieb gesetzt werden, so bemerkt man in Rheine gewöhnlich 60 Stunden später die Ankunft des höhern Wassers, bei sehr kleinem Wasserstande verzögert sich dieselbe aber bis auf 84 Stunden. Die Entfernung beider Orte beträgt in der Länge des Flusslaufes etwa 10 Meilen, woher die Geschwindigkeit der Fluthen ungefähr 1,1 oder bei kleinem Wasser 0,8 Fuss in der Secunde ist.

Die Anschwellungen der Ströme zeigen, wie erwähnt, die auffallende Erscheinung, dass sie viel schneller entstehen, als verschwinden. Die Ursache hiervon scheint in sehr verschiedenen Umständen zu liegen. Zunächst findet der Wechsel der Witterung selbst gewöhnlich in der Art statt, dass besonders

ge anhaltender Dürre der Regen sich viel plötzlicher bil- umgekehrt der Uebergang von demselben zum heitern stattfindet; eben so pflegt auch im Frühjahre die Tempe- ahme der Luft ziemlich schnell zu erfolgen, wodurch grosse von Eis und Schnee in kurzer Zeit schmelzen, und da- in plötzliches Steigen des Wassers in den Strömen veran- Die Wassermenge, welche in dem einen und dem andern len Strömen zugeführt wird, erfährt aber auf dem Wege vielfache Verzögerungen: ein grosser Theil dringt in den und wird erst später durch Quellen wieder abgeführt, wo- auch das Wasser, welches sich schon in den Betten der und Flüsse angesammelt hatte, beim Anschwellen derselben die niedrigen Ufer tritt, und hier entweder gar keine, oder nur eine sehr schwache Bewegung annehmen kann, bis es h, wenn das Bette weniger angefüllt ist, wieder in dieses kfliesst. Hierdurch wird offenbar auch das Anschwellen der e etwas verzögert, aber die atmosphärischen Niederschläge zu Zeiten so gross, und liefern solche Quantitäten Wasser, ohne diese Regulirung der Zuflüsse, die Ströme noch viel sern Wechseln ausgesetzt sein würden. Es ergiebt sich hier- aber auch, dass die Anschwellungen der Hauptströme anfangs durch diejenige Massermenge veranlasst werden, welche ihnen eich zufliesst, und der andere viel grössere Theil der Nieder- äge, sowie auch die Zuflüsse aus entfernteren Gegenden erst er ankommen und eine nachhaltige Speisung bewirken.

Endlich ist auch der Wechsel des Gefälles, sowohl im Strome st, als in seinen Zuflüssen, von wesentlichem Einflusse auf schnelle Bewegung der Anschwellung und die späte Wieder- r des kleinen Wasserstandes. Diese Anschwellung bildet näm- einen weit ausgedehnten Wasserberg oder eine Welle, die in der Richtung des Stromes fortbewegt: auf ihrer vordern dachung ist das Gefälle stärker, und auf ihrer hintern schwä- r, als das des Stromes in seinem normalen Zustande. Durch Gefälle wird die Geschwindigkeit des fliessenden Wassers dingt, es muss daher der vordere Theil der Fluthwelle bis zum heitel schneller vorrücken, als der hintere. Die Welle wird während ihres Fortschreitens nach hinten zu sich immer weiter sdehnen, d. h. flacher werden. Es folgt hieraus die Erschei-

nung, dass ohne Seitenzuflüsse die Höhe der Welle nach nach abnehmen muss, weil sonst die erwähnte flache Neigung nicht darstellen könnte.

Wie bedeutend das Gefälle sich bei der Anschwellung ändert, namentlich bei grössern Strömen, die kein starkes Ge haben, lässt sich leicht an einem Beispiele nachweisen, wel ungefähr die Verhältnisse des untern Rheines darstellt. Ges der Strom wachse in 24 Stunden um 4 Fuss an, wie dieses Rheine selbst ohne Einwirkung des Eisganges zuweilen vorkom Alsdann beträgt die Erhebung des Wasserspiegels in einer Sec durchschnittlich $\frac{1}{216000}$ Fuss. Die Geschwindigkeit mag normalen Gefälle 3 Fuss betragen, so wird das Wasser sich mehr auf einer Fläche bewegen (oder einem entsprechenden Dr ausgesetzt sein), die auf 3 Fuss Länge um die angegebene Qu tität stärker geneigt ist, als früher, d. h., das relative Ge vermehrt sich um $\frac{1}{64800}$. Wenn das normale Gefälle $\frac{1}{10000}$ trug, so wird es während des Steigens des Wassers $\frac{1}{8700}$ und ginge das Fallen des Wasserstandes eben so rasch vor wie das Steigen, so würde das Gefälle auf der hintern Seite Welle nur $\frac{1}{12000}$ betragen. Gelten für diesen Fall noch sonstigen Regeln über die Bewegung des Wassers in Flussbe so sind die Geschwindigkeiten auch hier den Quadratwurzeln den Gefällen proportional, oder sie verhalten sich für das gew Beispiel nahe wie 7 zu 6. Augenscheinlich ergiebt sich hie dass die hintere Abdachung der Welle der vordern nicht gl mässig folgen kann, und immer mehr und mehr zurückbl muss. Bei grösserem relativen Gefälle und grösserer Geschwi keit des Stromes, sowie auch andrerseits bei langsamem St des Wassers wird freilich die Verschiedenheit der Gefälle ger ausfallen: aber dennoch bedeutend genug bleiben, um währen ganzen Weges, den die Welle zurücklegt, eine merkliche Ve gerung derselben hervorzubringen, die sich besonders in de ringen Neigung ihrer hintern Fläche oder in einem nur langs Fallen des Wassers zu erkennen geben wird.

Es schliesst sich an diese Erscheinung eine Erfahrung welche den Schiffern auf grösseren Strömen sehr bekannt zu pflegt, dass nämlich die Geschwindigkeit des Wassers, so l dasselbe noch im Steigen begriffen ist, viel heftiger ist, als

es zu fallen anfängt, und dass daher während der Anschwellung die Anker sich weit leichter lösen und die Schiffe zu treiben anfangen, als dieses später bei gleich hohem Wasserstande geschieht. So viel mir bekannt, fehlt es durchaus an directen Beobachtungen hierüber, die wohl ziemlich leicht anzustellen wären. Jedenfalls ergiebt es sich aber aus dem Gesagten, dass es eine durchaus unstatthafte Voraussetzung wäre, wenn man annehmen wollte, wie dies zuweilen geschieht, dass in jeder Stelle des Stromes das Gefälle ganz unabhängig vom Wasserstande sei, und selbst während der Aenderung des letztern constant dasselbe bleibe.

Es wäre für den Strombau gewiss sehr wichtig, wenn man die Wassermenge, die jedesmal abgeführt wird, ungefähr angeben könnte. Die Ermittelung derselben bietet indessen sehr grosse Schwierigkeiten, da directe Messungen jedesmal sehr zeitraubend und kostbar sind und bei den höchsten Wasserständen fast unmöglich werden. Man begnügt sich daher gemeinhin mit der Beobachtung der Höhe des Wasserspiegels, und indem man die eben erwähnte Voraussetzung der Unveränderlichkeit des Gefälles einführt, legt man den gewiss nicht allgemein gültigen Satz zum Grunde, dass die mittleren Geschwindigkeiten bei verschiedenen Wasserständen den Quadratwurzeln aus den mittleren Tiefen proportional sind. Es ist natürlich, dass die auf solche Weise hergeleiteten Resultate wenig Vertrauen verdienen und vielleicht keine grössere Sicherheit haben, als wenn man die grösste Wassermenge, die dem Strome gleichzeitig zugeführt werden kann, unmittelbar aus der Quantität der Niederschläge unter Berücksichtigung der sonstigen localen Verhältnisse herleiten wollte. Nichts desto weniger will ich einige Angaben dieser Art hier anführen, die wenigstens einen allgemeinen Anhalt geben können.

Der Hinterrhein führt unterhalb Tusis im Canton Graubündten (nach la Nicca) bei kleinem Wasser 15,64 Cb.-Meter (506 Preuss. Cubikfuss), bei hohem Wasser dagegen 1100 Cb.-Meter (35500 Cubikfuss): das Verhältniss der Wassermenge ist hier also, wie 1 : 70.

Wesentlich verschieden hiervon stellt sich das Verhältniss weiter unterhalb heraus: der Bodensee sammelt die Wassermassen, welche bei starken Anschwellungen des Rheins ihm zufliessen, und indem er dieselben nur nach und nach wieder abgiebt, so bewirkt er eine viel gleichmässigere Speisung der folgenden Stromstrecke.

Die Wassermasse beträgt hier nach Defontaine*), auf Preussisc Maass reducirt

bei Basel während des kleinsten Wassers	10670	Cubikfu
- - höchsten -	149500	-
daher das Verhältniss beider nahe wie	1 : 14	
bei Alt-Breisach beim kleinsten Wasser .	11000	Cubikfu
- höchsten -	149700	-
das Verhältniss beider wie	1 : 13,6	
bei Kehl beim kleinsten Wasser . . .	11300	Cubikfu
- höchsten - . . .	151500	-
das Verhältniss beider	1 : 12,3	
bei Lauterburg beim kleinsten Wasser .	15040	Cubikfu
- höchsten - .	162000	-
das Verhältniss beider	1 : 10,8	

Die Ursache, dass das Verhältniss der Wassermasse zur Zeit höchsten Anschwellung sich zu der des kleinsten Wassers stro abwärts immer geringer herausstellt, ist ohne Zweifel darin suchen, dass die Nebenflüsse eine ganz andere Periode der schwellung haben, als der eigentliche Rhein und der Boden und ihr Einfluss immer um so stärker wird, in je grösserer zahl sie sich in den Rhein ergiessen.

Wenn man die zur Zeit des Eisganges und des Eisstan eintretenden höchsten und niedrigsten Wasserstände ausschlie welche durch partielle oder auch vollständige Sperrungen des S mes verursacht werden, und daher keineswegs der ganzen d den Strom abzuführenden Wassermenge entsprechen, so erge sich für den Rhein in der Nähe der Holländischen Grenzen Wassermengen ungefähr in folgender Art,

nämlich beim kleinsten Wasser . . .	30000	Cubikf
- höchsten - . . .	200000	-
oder das Verhältniss beider	1 : 6,6.	

Für die Ruhr giebt Henz**) die Wassermenge zur Zeit des kleinen Wassers im August 1838 zu 277 Cubikfuss und zur des sehr grossen Hochwassers im November 1841 zu 37671 bikfuss an, während sie beim bekannten höchsten Wasserstan

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1833. *II. pag.* 21.

**) Der Ruhrstrom und seine Schifffahrtsverhältnisse. Seite 4

ril 1808 ungefähr 55346 Cubikfuss gewesen sein soll. Das rhältniss der kleinsten Wassermenge zu der des höchsten stellt h also respective wie 1 : 136 und 1 : 200 heraus.

Minard *) theilt noch über mehrere französische Flüsse und röme die Wassermengen zur Zeit des niedrigen Sommerwassers d des Hochwassers mit, die ich auf Preussisches Maass redurt hier anführe, wobei ich jedoch erwähnen muss, dass Minard lbst auf die Unsicherheit in der Bestimmung der Quantität der össten Anschwellungen aufmerksam macht.

	b. klein. Wasser.	b. hoh. Wasser.	Verhältniss.
ie Oise bei Creil	1000 .	16200 .	1 : 16,2
ie Maas am Ardennen-Canal	711 .	16200 .	1 : 22,6
ie Maas oberhalb der Sémoise	1080 .	19400 .	1 : 18,0
ie Midouze bei Mont-de-Marsan	404 .	11232 .	1 : 27,8
ie Saône bei St. Jean de Losne	854 .	25867 .	1 : 30,3
ie Aisne bei Berry au Bac .	388 .	14712 .	1 : 37,9
ie Mosel oberhalb Metz . .	660 .	64700 .	1 : 98,0
ie Garonne bei Toulouse . .	1164 .	184300 .	1 : 158,4
ie Garonne oberhalb des Tarn	2813 .	388000 .	1 : 137,9
er Tarn bei Alby	485 .	129300 .	1 : 266,6
ie Loire bei Briare	1035 .	323300 .	1 : 312,4
er Allier bei le Guétin . .	517 .	194000 .	1 : 375,2

Die höchsten, so wie auch die niedrigsten Wasserstände komen bei den meisten Strömen zur Zeit der Eisgänge vor: eine eilweise oder vollständige Sperrung des Bettes durch das Eis rursacht nämlich oberhalb einen Aufstau und unterhalb, in Folge s verminderten Zuflusses, ein starkes Sinken des Wassers. Die nschwellung wie die Senkung kann aber in diesem Falle, wenn e Sperrung eine grosse Ausdehnung gewonnen hat, und lange nhält, die Grenzen des Wasserstandes bei offnem Strome weit berschreiten. Ausserdem pflegt auch bei dauerndem starken raste in Folge des Versiegens der Quellen gleichfalls ein sehr iedriger Wasserstand einzutreten.

Ein regelmässiges Zufrieren des ganzen Stromes stellt sich elbst in den Gegenden, wo die Winter strenge sind, nur in dem Falle ein, wenn die Geschwindigkeit des Wassers geringe ist; bei

---

*) *Cours de construction.* Seite 23.

stärkerer Strömung erfolgt die Bildung der **Eisdecke** durch herabtreibenden Schollen oder kleinern Eisstücke, welche sich wo die Geschwindigkeit abnimmt, oder wo irgend eine andere sache der Hemmung eintritt, an und übereinander schieben alsdann zusammenfrieren. Dieses gilt indessen nur für das eige liche Strombette. Wenn der Frost bei hohem Wasserstande e tritt, wobei das ganze Stromthal inundirt ist, so gefriert das Was über den Wiesengründen zur Seite des Bettes, wie stehendes W ser, und wenn alsdann ein höherer Wasserstand erfolgt, der Eisdecke hebt und löst, so sind es besonders die hier gebilde grossen Schollen, welche der untern Stromstrecke das Eis liefe und daselbst die Eisstopfung hervorbringen. Ausserdem trägt lose sogenannte **Grundeis** auch zur Bildung grosser Eisfläc auf dem Strome vielfach bei, und dieses ist es grade, welches bei starkem Froste und ohne vorhergegangenen Wasserwechse grossen Massen treiben sieht, so dass oft die ganze Oberflä des Stromes damit bedeckt ist. Die Bildung dieses Grunde erfolgt, nach den darüber gesammelten Erfahrungen, ohne Zw zum Theil am Grunde des Stromes, vorzugsweise aber in Nähe des Ufers und auf den Sandbänken.

Stehendes Wasser gefriert zuerst an der Oberfläche, weil stärkste Verdichtung des Wassers nicht der stärksten Abkühl entspricht, vielmehr etwa bei 3½ Graden Réaumur über dem frierpunkte stattfindet. Die Wassertheilchen, welche diese Te ratur angenommen haben, sammeln sich daher über dem B des Bassins an; sobald sie aber noch kälter werden, so de sie sich wieder aus oder werden specifisch leichter. So gesc es, dass die am stärksten abgekühlten Theilchen unmittelba Oberfläche bilden, und daher das Eis sich grade hier am e zeigt; wogegen das Wasser in grösserer Tiefe gar nicht so abgekühlt wird, dass es gefrieren könnte, oder wenn dieses geschieht, so erfolgt es, indem die Eisdecke an Stärke zun und sich daher von oben nach unten ausdehnt, bis die g Wassermasse in Eis verwandelt ist. Auf diese Weise bildet in stehendem Wasser niemals das Eis am Boden des Bas früher, als oben.

Ganz anders sind die Verhältnisse, wenn das Wasser s fliesst: die heftige Bewegung gestattet weder eine regelmäs

hichtung der Wassertheilchen nach Maassgabe ihres verschiedenen
ecifischen Gewichtes oder ihrer Temperatur, noch auch überhaupt
e Bildung des Eises, so lange diese heftige Bewegung fortdauert.
echts desto weniger theilt sich die Kälte der Luft doch nach
nd nach dem Wasser mit, und dasselbe erkaltet bis zum Gefrier-
unkte oder auch wohl noch mehr. Wo dasselbe alsdann einer
tarken Strömung nicht ausgesetzt ist, und etwas zur Ruhe kommt,
a erfolgt sogleich die Eisbildung: es schiessen die Nadeln an
nd bilden lockere Eismassen. Bevor dieselben aber noch ganz
gefrieren können, so wird die Veränderung des specifischen Ge-
wichtes schon Veranlassung, dass sie sich im Wasser erheben und
orttreiben. Zuweilen haften Sandkörnchen oder Steinchen am Eise
nd beschweren es so sehr, dass es am Boden bleibt; es löst
ich alsdann nur bei Vergrösserung der Eismasse oder indem
urch äussere Veranlassung eine Trennung bewirkt wird. So be-
merken die Schiffer oft, dass beim Aufstossen der Stangen auf den
Grund, grosse Massen Eis auftauchen. Es kann aber auch die
Bildung des Eisklumpens in anderer Beziehung die Ursache seiner
Trennung werden, indem der Stoss des Wassers, der sich mit der
Ausdehnung der getroffenen Fläche vergrössert, den Widerstand
überwindet und das Eis forttreibt. Es ist klar, wie diese Eisbil-
dung an allen Stellen des Stromes erfolgen muss, wo das Wasser
sich langsam bewegt: sie findet längs den Ufern und namentlich
n kleinen Buchten statt, ferner auf hohen Sandbänken, die den
Strom spalten und von der heftigen Strömung nicht getroffen
werden, und endlich auch an der Sohle des Bettes, wo die Ge-
chwindigkeit gewöhnlich am geringsten ist. Hieraus ergiebt es
ich, wie die Ströme bei starkem Froste in sehr kurzer Zeit mit
olchen Eismassen ganz bedeckt werden können, ohne dass man
rgendwo eine Eisbildung im Strome selbst wahrnimmt, und ohne
lass dieses Eis durch die Nebenflüsse zugeführt wird. Beiläufig
muss aber noch erwähnt werden, dass nach den hierüber ange-
tellten Untersuchungen nur bei einer starken Wärmeausstrahlung
oder bei ganz heiterem Himmel die Bildung des Grundeises erfolgt,
und dieses wahrscheinlich deshalb, weil nur in diesem Falle eine
recht rasche Abkühlung des Wassers stattfinden kann.

Das erwähnte lockere Grundeis, sowie auch alle sonstigen
Eisstücke folgen dem Strome, da sie aber nicht so leicht, wie das

Wasser den vorkommenden Hindernissen ausweichen könne
werden sie häufig aufgehalten. Wo eine verminderte Gesch
digkeit des Stromes eintritt, sammelt sich das Eis stark an
bedeckt die Oberfläche so dicht, dass die Stückchen sich ge
seitig und längs dem Ufer zu reiben anfangen. Dieses verurs
eine Verminderung der Bewegung, wodurch sogleich das Gefri
des Wassers befördert wird. Auf solche Weise bildet sich ste
weise eine zusammenhängende Eisdecke quer über den Strom, we
durch die nachfolgenden Eismassen sich stromaufwärts weiter
dehnt. Gewöhnlich stellt sich dieses Eis so lose, dass es sogl
wieder in Bewegung kommt, wie das Wasser in Folge der S
rung etwas anschwillt und einen grössern Druck ausübt. And
theils stellt sich dieses Treibeis auch am Ufer fest, sobald es
einigen Schutz findet: dieses geschieht besonders an den Ste
wo der Strom sehr unregelmässig ist und scharfe Krümmun
bildet. Das Eis wird hier gegen das concave Ufer heftig hi
trieben, und da es immer an der Oberfläche bleibt, so kann es
Wasser, welches bei der grossen Tiefe an solchen Stellen e
leichten Ausweg findet, nicht schnell genug folgen, es sammelt
daher an, und bildet einen breiten Rand vor dem Ufer, der gew
lich sehr regelmässig begränzt ist. Längs diesem Rande schwim
in drehender Bewegung die nachfolgenden Eisstückchen vorbei,
leicht stellt sich eine Reihe derselben vor dem früheren Rande
und rückt denselben auf diese Weise weiter in den Strom hi
An dem gegenüberliegenden convexen Ufer, vor welchem die S
mung viel mässiger ist, häufen sich gleichfalls die hingetrieb
Eisstückchen an, und bilden einen gleichen Rand, so dass
Strom an solchen Stellen, wie z. B. in der Krümmung vor Düs
dorf, oft zwischen zwei Eisufern zusammengedrängt mit gro
Heftigkeit hindurchströmt, ohne dass er dieselben fortbrechen kön
Namentlich findet dieses bei starkem Froste statt, indem als
die Eisstückchen immer sogleich zusammenfrieren.

In dem erwähnten Falle und selbst wenn eine vollstän
Eisdecke sich bildet, verursacht dieselbe in der Regel keinen st
ken Aufstau, indem sie nicht weit in die Tiefe herabreicht,
daher nur wenig das Profil des Stromes beschränkt. Solche Stopf
gen sind daher an sich wenig gefährlich. Anders verhält es s
aber, wenn grössere Schollen ankommen, und sich feststellen: au

eschieht vorzugsweise da, wo der Strom unregelmässig ist, Profil sich plötzlich verändert, doch kann auch die er- ose Eisdecke leicht Veranlassung zum Aufhalten der grössern geben, und andrerseits auch wieder selbst Eistafeln bilden, untern Gegenden Gefahr drohen. Solche Schollen kommen ihrer grössern Masse nicht so leicht zur Ruhe, wie die Stückchen: sie stossen daher heftig gegen die Eisdecke auf, Bewegung hemmt, und indem die beiden zusammentreffen- nder stark abbrechen, so geschieht es gemeinhin, dass die nende Tafel sich mit dem vordern Ende auf, oder unter die ende Eisdecke schiebt. In beiden Fällen nimmt sie eine e Lage an und bezeichnet dadurch der nächsten Tafel schon en Weg. Dabei dehnt sich die Eisstopfung nicht nur strom- ts weiter aus, sondern sie nimmt auch an Stärke zu. Sobald as stehende Eis viel dicker ist, als die ankommende einfache so schiebt sich letztere viel leichter herauf, als unter die- Auf solche Weise bilden sich durch das fortwährende Ueber- erschieben der Schollen sehr feste Eisdämme, und dieselben n sich, wie die Eismasse über Wasser wächst. Es zeigt sich bei solcher Versetzung des Stromes durch Eis sehr bald eine ende Verminderung des Abflussprofils: das zufliessende Was- ird daher nicht vollständig abgeführt, und es staut davor auf, nd es dahinter abfällt. Beide Umstände wirken nur auf die össerung des Uebelstandes und auf die weitere Ausbildung ammes, denn die vom Strome zugeführten Schollen können sich leichter auf die schon festliegenden aufschieben, während der e Theil des Dammes vermöge der Senkung des Wasser- els gleichfalls sich senkt und das Durchflussprofil noch mehr ränkt.

Es giebt in der That keine Grenze für solche Eisstopfungen, die höchsten Wasserstände, die man überhaupt kennt, stellen gerade bei dieser Veranlassung ein. Im Allgemeinen kann die astrophe sich um so vollständiger ausbilden, je niedriger der serstand beim Beginne derselben war, denn um so weniger ist Durchflussprofil unter der Eisdecke geöffnet, und daher am igsten geeignet, die spätere grössere Wassermasse abzuführen. gegen giebt es so viele Zufälligkeiten, welche den Eisdamm eder in Bewegung setzen und zerstören können, dass die

Wahrscheinlichkeit eines grossen Unglücks doch um so ger
ist, je niedriger das Wasser beim Beginne des Eisganges st

Die zufälligen Umstände, durch welche der Eisdamm zer
wird, sind einestheils eine starke Zunahme der Lufttemper
besonders aber ein warmer Regen, wobei das Eis mürbe wird
seine Festigkeit verliert, so dass es durch das Wasser l
gelöst und fortgetrieben werden kann. Demnächst kann der
stärkte Strom unter der Eisdecke auch leicht solche Aenderu
im Bette hervorbringen, dass der Damm zerfällt und fortgetri
wird. Gemeinhin findet aber das Wasser, sobald es vor
Damme immer höher und höher steigt, einen Seitenabfluss, der
bald verbreitet und die ganze Wassermasse dem Strombette u
halb des Dammes zuführt: dort hebt sich alsdann der Was
spiegel wieder, und dadurch werden sogleich einzelne Eisma
gelöst und fortgetrieben. In dieser Weise verschwindet die
stopfung vor Düsseldorf, sobald sie eine sehr hohe Anschwel
des Stromes erzeugt hat: es bildet sich nämlich ein starker S
über die Landzunge bei Heerdt, und dieser fällt wieder von u
das Bette des Rheins.

Der Eisdamm löst sich, wenn die Schollen, die seinen vor
Fuss bilden, gehoben werden und fortschwimmen: will man
künstlich auf die Entfernung einer Eisstopfung hinwirken, so l
dieses nur dadurch geschehen, dass man an der stromabw
gelegenen Seite die Schollen zu trennen sucht. Es sind in d
Beziehung verschiedentlich Versuche angestellt worden, w
wohl die Möglichkeit zeigen, einen Theil des Eises zu beseiti
die Erfolge pflegen aber so geringe zu bleiben, dass man dad
allein, wenn die Natur nicht zu Hülfe kommt, kaum erwa
darf, jemals eine bedeutende Eisstopfung zu zerstören. Die
fahrungen, die man in neuerer Zeit hierüber gesammelt
stimmen sehr genau mit denjenigen überein, welche der berü
J. G. Repsold in Hamburg schon im vergangenen Jahrhun
als Bau-Conducteur machte *); er fand nämlich, dass selbst gr
Quantitäten Pulver, unter Wasser entzündet, nur in kleinen Kre
über sich das Eis zerbrachen, und dass andere Vorrichtun

*) Woltman, Beiträge zur hydraulischen Architectur Band
Seite 280 ff.

gen, noch viel weniger von Erfog waren. Man hat fach versucht, durch Erschütterungen von oben die Eis- zerstören, und namentlich werden nicht selten Kanonen- gegen geschossen. Es fehlt nicht an Beispielen dafür, rend solcher Versuche, oder später, Eisstopfungen sich ben, doch muss man bezweifeln, dass dieser Erfolg durch chlagen der Kugeln und nicht vielleicht durch andere ungen herbeigeführt wurde. Die Masse des Eiskörpers rgleich zur Kugel so unverhältnissmässig gross, dass der Erschütterung wohl keinen wahrnehmbaren Erfolg kann; wenn aber einzelne Schollen zerschlagen werden, n sie dadurch noch nicht beseitigt: dieses geschieht nur, Stücke fortschwimmen können. Anderenfalls ist es für sgebildeten Eisdamm ein ziemlich gleichgültiger Umstand, on grossen Schollen bedeckt wird, oder dieselben in Stücke zerschlagen, jedoch nicht entfernt sind.

Betreff des Eisganges ist endlich noch zu bemerken, dass en Strömen, welche viele und bedeutende Nebenflüsse auf- die Gefahr sich wesentlich dadurch vermindert, dass die in den verschiedenen Flüssen nicht gleichzeitig, sondern nander eintreten: und zwar geschieht dieses meist in einer en Reihenfolge. So legt man bei Coblenz die dort über- en Schiffe vor dem Eintritt des Eisganges in den Rhein, tet dort das Moseleis ab. Sobald dieses vorüber ist, bringt r die Schiffe schleunig in die Mosel, und etwa 24 Stunden tellt sich regelmässig der Eisgang im Rheine ein. Dieses n ist seit Menschengedenken dort üblich.

Gelegenheit der Untersuchung der verschiedenen Wasser- die nach und nach in demselben Strome und zwar an dem- Beobachtungsorte eintreten, entsteht noch die Frage, ob längere ungsreihen eine allmählige Senkung des Wasser- s mit Sicherheit ergeben. Diese Frage ist in neuerer Zeit tschieden in der Art beantwortet worden, dass der Wasser- der norddeutschen Ströme sich auf eine höchst bedenkliche senken soll. Indem man aber die beobachteten Wasser- als Maass der Wassermengen ansah, so wurde dadurch h die Besorgniss angeregt, dass unsre bedeutendsten Ströme beinahe ganz versiegen möchten.

Es fehlt allerdings nicht an Erfahrungen, welche zeigen, dass der nachhaltige Wasserreichthum mancher Bäche sich durch die Ausdehnung der Bodenkultur so vermindert hat, dass sie jetzt im Sommer viel unbedeutender sind, als sie früher waren. Namentlich hat sich dieses an den Bächen gezeigt, welche den Canal du Midi im südlichen Frankreich speisen, und welche jetzt unzureichend geworden sind, während sie zur Zeit der Anlage des Canals ihren Zweck genügend erfüllten. Ob durch die Kultur wirklich die Masse des atmosphärischen Niederschlages vermindert sei, bleibt unentschieden, aber jedenfalls trocknet der mit gehörigen Abzugsgräben versehene aufgelockerte Boden viel schneller aus, als früher, da er noch mit festem Rasen und mit Bäumen und Gebüsch bedeckt war. Eine nothwendige Folge dieser Veränderung ist es, dass die Quellen, welche sonst dauernd gespeist wurden, jetzt bei anhaltend trockner Witterung versiegen. Man kann es nicht in Abrede stellen, dass bei dem allgemeinen Bestreben, den Ackerbau zu vervollkommnen und so viel wie möglich alle Theile jedes Besitzthums nutzbar zu machen, ähnliche Erfolge vielfach eintreten können, und auch den Wasserreichthum der Flüsse bedrohen, insofern dieser durch die Quellen und Bäche bedingt ist, die sich in den Fluss ergiessen. Die vorliegende Frage bezieht sich aber darauf, ob die Beobachtungen an unsern Strömen die Abnahme des Wasserstandes schon bestätigen, und wenn dieses geschieht, ob man hieraus auf eine Verminderung des Wasserreichthums schliessen darf.

Die längste Reihe von Beobachtungen, die mir zur Vergleichung zu Gebote steht, sind die bereits erwähnten, bei Düsseldorf angestellten Wasserstandsmessungen: sie umfassen die 44 Jahre von 1800 bis 1843. Gruppirt man die jährlichen mittleren, sowie die absolut höchsten und niedrigsten Wasserstände von 11 zu 11 Jahren, so ergeben sich die folgenden arithmetischen Mittel aus jeder Gruppe nach dem Düsseldorfer Pegel

	höchster	niedrigster	mittlerer
1800 bis 1810	21′ 11″	3′ 6″	8′ 10″,2
1811 bis 1821	20′ 4″	3′ 0″	8′ 8″,3
1822 bis 1832	20′ 0″	2′ 8″	8′ 7″,0
1833 bis 1843	20′ 9″	3′ 4″	8′ 6″,4

Die höchsten und niedrigsten Wasserstände stellen sich also ziemlich unregelmässig dar, indem die letzten 11 Jahre Resultate

die von den vorhergehenden stark abweichen: dagegen
die mittleren Wasserstände eine sehr auffallende Regel-
eit, welche zu beweisen scheint, dass der Wasserstand in
Jahren um mehr als einen Zoll abnimmt. Es verschwindet
genblicklich diese Regelmässigkeit, sobald man die Gruppen
dern Perioden ordnet. Welche sehr grosse Abweichungen
n den einzelnen Jahresmitteln vorkommen, weist die Scale
auf Taf. XXXI. nach. Der mittlere Wasserstand des einen
ist sehr häufig um 4 bis 5 Fuss von dem des nächsten
den, daher darf man die Unterschiede von einzelnen Zollen
ls Folge eines durchgreifenden Gesetzes ansehn. Ich habe
en bekannten Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung
rscheinliche Unsicherheit des Mittels aus je eilf Jahresmitteln
cht, und dieselben für die erwähnten Perioden gefunden
12,7 . . . . 13,5 . . . . 14,2 und 9,5 Zoll.
iernach ist die Mittelzahl aus den gesammten Mitteln noch
wahrscheinlichen Fehler 3¾ Zoll behaftet. Man kann daher
undene regelmässige Abnahme des Mittels aus eilfjährigen
htungen nur als eine ganz zufällige, wenn gleich höchst
nde Erscheinung ansehn, welche nichts weiter beweist, als
er Wasserspiegel, soweit die Beobachtungen ein sicheres
gestatten, unverändert geblieben ist.
deutend grösser hat sich nach der Mittheilung von Merian *)
nahme des mittleren Wasserstandes in Basel während der
re von 1809 bis 1838 herausgestellt. Das Mittel aus den
10 Jahren übertrifft nämlich dasjenige des zweiten De-
ms um 0,40 und das des zweiten wieder das des dritten
27 Badensche Fuss. Diese Resultate lassen sich nicht mehr
fällige Anomalien ansehn, aber sie beweisen noch keines-
eine Verminderung der Wassermasse, vielmehr stehen sie
it den Stromcorrectionen in Beziehung, welche im Baierschen,
schen und Französischen Gebiete in dieser Periode vielfach
führt sind, und welche eine Senkung des Wasserspiegels
oberhalb belegnen Stromstrecke ohne Zweifel bewirkt haben.
uch für die Weser ist eine starke Abnahme des Wasser-
s und der Wassermenge angenommen worden: die erstere

*) Poggendorffs Annalen Band 57, Seite 314.

ergiebt sich allerdings aus den bei Minden angestellten Beobachtungen, wenn freilich wieder nur in einer so geringen Grösse, dass sie mit Rücksicht auf die vorkommenden Abweichungen der einzelnen Jahresmittel als zufällig angesehn werden muss. Der mittlere Wasserstand ist nämlich

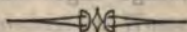
nach den 12 Jahren von 1819 bis 1830 gleich 3′ 4″,6
und nach den 13 Jahren von 1831 bis 1843 gleich 3′ 2″,5.

Vergleicht man indessen mit den bei Minden angestellten Beobachtungen diejenigen, die bei Schlüsselburg gemacht sind, so zeigt es sich, dass die Jahresmittel für Schlüsselburg bis zum Jahre 1829 von denen für Minden wenig abweichen: sie sind zwar im Allgemeinen etwa um 2 Zoll höher, jedoch in einzelnen Jahren auch 1 Zoll tiefer. Von 1830 nehmen sie aber sehr merklich, und zwar regelmässig zu, so dass sie 1840 und 1841 sogar um 13 Zoll sich höher, als die Mindener stellen. Aus diesem Grunde geben die Schlüsselburger Beobachtungen ein wesentlich verschiedenes Resultat: unter den letzteren fällt jedoch das Jahr 1830 aus, weil während desselben der Pegel beim Eisgange zerstört und erst im Monat Mai wieder hergestellt wurde. Der mittlere Wasserstand beträgt

für die 11 Jahre 1819 bis 1829 . . . . 3′ 5″,0
und für die 13 Jahre 1831 bis 1843 . . . . 4′ 0″,8.

Wollte man also ohne Rücksicht auf die Veränderung des Strombettes aus den Wasserständen unmittelbar auf die Wassermengen schliessen, so würden die Pegelbeobachtungen bei Schlüsselburg ergeben, dass die Weser eine starke Vermehrung ihrer Wassermenge in der letzten Zeit erfahren hat.

Es ergiebt sich also, dass die Weser, ebenso wie der Rhein, im Allgemeinen weder eine Abnahme des Wasserstandes, noch der Wassermenge, soweit die bisher angestellten Beobachtungen ein Urtheil erlauben, erkennen lassen. Für andere Ströme habe ich diese sehr zeitraubenden Untersuchungen nicht angestellt: es ist aber kein Grund vorhanden, andere Resultate zu erwarten.



Achter Abschnitt.

'drometrische Arbeiten.

§. 58.

Aufnahme der Stromcharten.

Wenn man an einem Strome ausgedehnte Wasserbauten ausführen, also etwa ein regelmässiges Strombett mit hinreichender Tiefe darstellen oder den Uferabbrüchen eine Grenze setzen will, so müssen verschiedenartige Messungen und sonstige Untersuchungen über die Local-Verhältnisse vorangehn, bevor man das Bau-Project entwerfen kann. Unter diesen hydrometrischen Arbeiten ist die Aufnahme einer Stromcharte besonders wichtig, indem nur nach einer solchen die Ursachen der Verwilderung und die Mittel zur Beseitigung derselben sich sicher beurtheilen lassen.

Ueber die Vermessung des Stroms oder seiner Ufer ist wenig zu sagen, grossentheils gehört dasjenige hieher, was bei Gelegenheit der Aufnahme der zu entwässernden Ländereien (Theil I. §. 25) bereit angeführt ist. Soll die Stromcharte meilenlange Strecken umfassen, oder wird vielleicht die Aufnahme des Stroms in einer ganzen Provinz beabsichtigt, so ist es immer sehr zweckmässig, mit einer trigonometrischen Operation den Anfang zu machen, weil man sonst fürchten muss, dass die Fehler bei Anwendung gewöhnlicher Feldmesser-Instrumende sich in der weiten Ausdehnung des Flussthales so sehr anhäufen können, dass die Charte ein unrichtiges Bild von dem allgemeinen Laufe giebt. Besonders ist diese Vorsicht dringend nöthig, wenn das Thal des Stroms sehr enge ist und dadurch das wiederholte Einschneiden entfernter Punkte unmöglich wird, wodurch man sonst in den Stand gesetzt werden könnte, die Messung zu controliren und wenigstens grosse Fehler zu vermeiden. Demnächst kann man die trigonometrischen Messungen bei der Aufnahme grösserer Ströme auch nicht entbehren, um die Breiten richtig anzugeben, und die genaue Kenntniss derselben ist gerade ein sehr wichtiges Element für den Strombau.

Die Aufnahme jeder einzelnen Uferstrecke erfolgt nach de
wöhnlichen Methoden so sicher, dass keine bedeutenden
dabei zu besorgen sind, aber der Anschluss des einen Uf
das andere erfordert eine besondere Vorsicht. Nur bei B
oder wo zufällig Brücken vorhanden sind, kann man unmi
mit der Kette von einem Ufer zum andern messen. Auf
30 Ruthen Breite lässt sich noch genau genug mit der Bo
oder dem Messtische ein markirter Punkt des einen Ufer
dem andern Ufer aus auf der Zeichnung festlegen. Wen
Breite aber grösser wird, so müssen schon scharfe Winkelmess
ausgeführt und gehörig berechnet werden. Bei der Aufnahm
Inseln, isolirten Felsen im Flussbett und selbst von Un
sowie auch von tiefen Fahrrinnen, findet ungefähr dasselbe
wiewohl im letzten Falle auch durch Profilmessungen,
weiterhin die Rede sein soll, die Charte mit hinreichender S
vervollständigt werden kann.

Wichtiger als diese Andeutungen über die Messung
dürfte eine Aufzählung der Gegenstände sein, welc
Stromcharte enthalten muss. Hieran werden sich zugleich
Bemerkungen über die Einrichtung und spätere Vervollständ
der Charte anschliessen. Es wird sich daraus aber ergeben,
Aufnahmen, welche nur zu ökonomischen Zwecken gemacht
wenn sie in dieser Beziehung auch mit gehöriger Sorgfalt
geführt wurden, dennoch als Stromcharten nicht benutzt w
können. Die Gegenstände, welche gerade das Haupterford
für die letzte sind, enthalten sie gar nicht, oder so unvollst
und so ungenau, dass die Erfahrung immer zeigt, wie
Benutzung von solchen Charten die Kosten für die Aufst
einer vollständigen Stromcharte durchaus nicht vermindert w
Nur die Grenzen zwischen den einzelnen Besitzungen lassen
aus ihnen entnehmen, die man aber, wenn die specielle Mes
doch gemacht werden muss, auch ohne namhafte Vermeh
der Arbeit erhält.

Der Maassstab für die Stromcharte muss so gross ge
werden, dass die einzelnen Bauwerke sich darauf nicht nur
lich darstellen, sondern dass man auch deren Längen mit
reichender Schärfe messen kann. Hiernach eignet sich der M
stab von $\frac{1}{3000}$ der natürlichen Grösse besser, als der von

desto weniger ist bei grossen Strömen doch der letztere ziehen, weil er eine leichtere Uebersicht gewährt und zugleich zu grosse Ausdehnung der Charte verhindert. Um nämlich Verhältnisse gehörig beurtheilen zu können, darf man die rsuchung keineswegs auf diejenige Stelle des Stroms beänken, wo gerade die Correction erforderlich ist, sondern man so weit aufwärts gehn, dass man die Ursache des Uebels, gewöhnlich oberhalb zu suchen ist, erkennen kann, und anrseits muss in dem Projecte auch darauf Rücksicht genommen den, dass ein gehöriger Anschluss an den ferneren Lauf des oms stattfindet. Es ergiebt sich hieraus, dass die Charte, n sie auch nur behufs der Correction einer einzelnen Stelle genommen ist, sich doch soweit oberhalb und unterhalb ausnen muss, dass die Umstände, welche die Richtung des Stroms dingen, und nicht minder die Lage der Stromrinne in den chsten Strecken sich daraus ergeben. Man kann dieses Alles ülich eben so gut und noch besser darstellen, wenn man einen össern Maassstab wählt, allein die Benutzung sehr grosser Charten mit manchen Unbequemlichkeiten verbunden, besonders wenn n mehrere Blätter an einander legen muss. Hierbei kommt rzugsweise noch der Gebrauch während der Untersuchung an t und Stelle in Betracht: schon bei mässigem Winde hält es hwer, ein grosses Blatt auszubreiten, und die Schwierigkeit rmehrt sich, wenn man sich, wie dieses in solchem Falle gewöhnlich geschieht, in einem kleinen Kahne befindet, worin der aum sehr beschränkt ist. Tritt in dieser Zeit aber noch Regenetter ein, so wird eine grosse Charte gleich beschädigt, während ne kleinere viel leichter geschützt und in Sicherheit gebracht erden kann.

In welcher Richtung man auf dem Blatte den Strom darstellt, wäre ziemlich gleichgültig, allein es ist doch immer wünchenswerth, dass hierbei ein übereinstimmendes Verfahren beobchtet werde. Nach dem bisherigen Preussischen Feldmesser-Reglement sollen die Längenprofile der Ströme so aufgetragen werden, dass der Ursprung der letzteren auf der rechten Seite des Blattes gedacht wird, und man sonach hinter dem Wasserdas rechte Ufer vortreten sieht, während das linke nur punktirte Linien angedeutet ist. Da ferner für gewisse Fälle

die Auftragung des Situationsplanes auf demselben Blatte dem Nivellementsprofile vorgeschrieben ist, so folgt daraus wenigstens unter diesen Umständen auch im Situationspla Ursprung des Stromes auf der rechten Seite gedacht werde Es wird vielfach nach dieser Vorschrift verfahren, und si auch oft auf diejenigen Stromcharten ausgedehnt, dene Nivellementsprofil nicht beigefügt ist. Bei den auf diese gezeichneten Charten ist die Richtung der Schrift der des S entgegengesetzt. An sich wäre dieser Umstand sehr unerh aber es erscheint doch viel angemessner, dass dieselbe Ric in der wir schreiben und jede Zeile lesen und in der wi zeichnen, für den Strom gleichfalls angenommen werde, wen dürfte diese Analogie immer noch mehr für sich haben, a Grund, der die Wahl der entgegengesetzten Richtung unte dass nämlich das rechte Ufer über oder hinter dem Strom scheinen soll. Die meisten Stromcharten werden auch w so gezeichnet, dass der Ursprung auf der linken Seite des I gedacht wird, und wahrscheinlich würde man hiervon bei u abweichen, wenn nicht die Vorschriften das Gegentheil zu langen schienen.

Der wichtigste Gegenstand, den die Stromcharte enthäl der Strom selbst. Seine Krümmungen, seine Breite und wesentliche Umstände ergeben sich schon aus der Begre gegen die Ufer, diese Grenzen müssen also als scharfe Con ausgezogen werden, nachdem sie sorgfältig gemessen sind. E entsteht aber die Schwierigkeit, dass der Strom bei hö Wasserstande sich auch weiter verbreitet und sonach sein grenzung vorrückt: das auf der Charte dargestellte Bild b sich also nur auf einen bestimmten Wasserstand, u fragt sich, welchen man hierzu wählen soll. Sobald die sichtigte Stromcorrection im Interesse der Schifffahrt ausg werden soll, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass denjenigen Wasserstand wählen muss, wo eben die Hinder sich zeigen, die man beseitigen will, und dieses ist jedesma sehr niedriger oder der allerniedrigste Wasserstand. Dazu kö dass viele Gegenstände, welche man auf der Charte mar muss, um so leichter gemessen und untersucht werden kö jemehr sie aus dem Wasser vortreten, oder je tiefer das W

ist. Hiernach wird allgemein die Aufnahme der Strom-
ei niedrigem Wasserstande ausgeführt, und man wählt
he desselben, die lange genug anzuhalten pflegt, um alle
bhängigen Messungen vorzunehmen. Der gewählte Wasser-
nuss auf der Charte selbst bestimmt bezeichnet werden,
eses geschieht, indem man darauf bemerkt, welche Höhe
hste Pegel zur Zeit der Messung angab.
ierbei tritt indessen wieder der Uebelstand ein, dass der
nur in sehr seltnen Fällen längere Zeit hindurch seine
anz unverändert beibehält: gewöhnlich ist er einem stärkeren
schwächeren Wechsel unterworfen. Man würde mit der
ng in den meisten Fällen gar nicht zu Stande kommen,
man ganz strenge nur bei dem vorher bestimmten oder zu-
gewählten Wasserstande arbeiten wollte: es ist indessen klar,
eringe Differenzen von einzelnen Zollen gemeinhin ganz
htet bleiben dürfen. Ausserdem aber kann man den Ein-
den grössere Unterschiede auf die Veränderung der Lage
romrandes haben, mit hinreichender Sicherheit leicht messen
den meisten Fällen sogar unmittelbar schätzen. Auf solche
wird zwar die Aufnahme wegen der erforderlichen Tiefen-
ngen und leichten Nivellements etwas erschwert, es ist aber
osser Vortheil, dass man auch bei abweichenden Wasser-
n noch die gesuchten Uferlinien bestimmen kann, und man
gefangene und vorbereitete Arbeit nicht gleich abbrechen
Beträgt dagegen die Differenz gegen den angenommenen
rstand gegen zwei Fuss oder mehr, alsdann lässt sich die
ng nicht füglich weiter fortsetzen, und man muss, wofern
die Ufer sehr steil sind, das Fallen des Wassers abwarten.
Damit der Feldmesser während der Arbeit sich leicht über-
n kann, ob der zum Grunde gelegte Wasserstand wirklich
ndet, oder wie viel die Abweichung von demselben beträgt,
ss er an derjenigen Uferstrecke, wo er gerade misst, leichte
aufstellen und diese mit den nächsten Hauptpegeln vorher
ältig vergleichen. Bei geringen Aenderungen des Wasser-
es pflegen die Differenzen für nicht zu grosse Entfernungen
lich gleichmässig auszufallen, woher solche Interimspegel mit
rheit benutzt werden können. Wenn dagegen der Strom
mehrere Fuss steigt oder fällt, so stellen sich gemeinhin sehr

verschiedenartige Gefälle heraus, und es lässt sich alsdann nicht mehr mit Sicherheit angeben, um wie viel das Wasser an jeder Stelle höher oder niedriger stehen würde, wenn es am Hauptpegel die bestimmte Höhe hätte. Hat man, wie vorhin erwähnt, für die Aufnahme des Stromes den gewöhnlichen niedrigen Wasserstand gewählt, so pflegt das Wasser auch in den selten wiederkehrenden sehr niedrigen Wasserständen nicht so tief zu sinken, dass die Reduction eine Unsicherheit besorgen liesse. Man hat also nur das Steigen des Wassers zu fürchten, und auch dieses ist innerhalb gewisser Grenzen noch nicht sehr störend. Die Tabellen der Wasserstandsbeobachtungen an den Hauptpegeln lassen schon erkennen, in welcher Jahreszeit und in welchen Monaten mit der grössten Wahrscheinlichkeit der zum Grunde gelegte Wasserstand erwartet werden kann, und der Feldmesser muss seine Arbeit so vorbereiten, dass er besonders diese Zeit zu denjenigen Messungen benutzt, wo er gerade diesen Wasserstand am nöthigsten gebraucht. Trifft es sich alsdann aber zufällig, dass während einiger Zeit dennoch ein Hochwasser eintritt, so muss er in ähnlicher Weise, als wenn die Arbeit durch eine sehr ungünstige Witterung unterbrochen würde, die Zwischenzeit mit dem Auftragen der Messung ausfüllen, oder solche Arbeiten vornehmen, wobei der höhere Wasserstand nicht hinderlich ist.

Das eben Gesagte bezieht sich auch auf die Aufnahme der Inseln und derjenigen Sand- und Kiesflächen, welche zur Zeit des angenommenen Wasserstandes über demselben vortreten: ihre Umgrenzung muss gleichfalls genau aufgemessen und in die Charte eingetragen werden.

Es giebt indessen viele Bänke und Untiefen in den Strömen, welche bei dem gewöhnlichen kleinen Wasser und selbst beim niedrigsten Wasserstande verdeckt bleiben, während sie doch der Schifffahrt hinderlich sind und daher bei der Entwerfung der Correctionsprojectes berücksichtigt und folglich auch in der Charte angegeben werden müssen. Die Lage und Ausdehnung derselben lässt sich nur durch wiederholte Tiefenmessungen bestimmen, wovon später die Rede sein wird: am vollständigsten kann man sie aber in der Charte eintragen, wenn man in ähnlicher Weise, wie ... bei Gelegenheit der Aufnahme der zu entwässernden Länd... beschrieben ist, Ebenen denkt, die dem Spiegel des Stromes

menen Wasserstande parallel und in gewissen Abständen,
und 6 Fuss u. s. w. unter demselben liegen. Sucht man
en, in welchen diese Ebenen das Strombette schneiden,
gt man diese in der Charte ein, so stellt sich die Ge-
des Strombettes überaus klar und deutlich dar. Diese
e ist indessen, wenn sie mit gehöriger Sorgfalt durchgeführt
sehr mühsam, denn man muss entweder auf der ganzen
in geringen Abständen die Querprofile aufnehmen, oder
gegebenen Tiefen, die beispielsweise zu 2,4 und 6 Fuss
t waren, wirklich aufsuchen und durch Signale bezeichnen,
Lage alsdann vom Ufer aus durch Einschneiden zu bestimmen
Man wendet daher dieses Verfahren nur in einzelnen Fällen
o eine sehr genaue Kenntniss des Strombettes nothwendig
ährend man sich sonst damit begnügt, die Ausdehnung und
der Sandbänke, wie auch die der tiefsten Stromrinne nur
ihr zu bestimmen und in der Charte zu bezeichnen. Die
lage der Sandbänke, d. h. die Tiefe ihres höchsten Rückens
dem angenommenen Wasserstande, muss jedenfalls noch
elt und in der Charte mit Zahlen eingeschrieben werden.
rdem darf die Tiefe des Fahrwassers oder der tiefsten
rinne in der Charte nicht fehlen, und es muss auch die
ung des Stromstriches, worunter man eben diese tiefste
, verbunden mit der stärksten Strömung, versteht, bei dem
lten Wasserstande angegeben werden.

Es ist immer eine höchst mühsame und unbequeme Arbeit,
hiedene Profilzeichnungen, namentlich wenn sie in grösserem
sstabe auf besondern Blättern dargestellt sind, mit der Situa-
harte zu vergleichen und sich dadurch ein deutliches Bild
en Höhenverhältnissen zu machen. Viel einfacher, und in-
Irrungen vermieden werden, auch viel sichrer ist es, die
tate der Profilmessungen gleich in der Charte durch Ein-
ben der gefundenen Tiefen anzugeben. Auch die Eintragung
uerprofile in das Strombette selbst gestattet eine deutliche
sicht der Verhältnisse. Man denkt nämlich die Verticalebene,
die Tiefen gemessen sind, und welche unten vom Strom-
begrenzt wird, um diejenige horizontale Linie gedreht, worin
n Wasserspiegel schneidet, diese ebene wird in horizontaler
an der gehörigen Stelle in das Strombette gezeichnet, dabei

verschiedenartige Gefälle heraus, und es lässt sich alsdann nicht mehr mit Sicherheit angeben, um wie viel das Wasser an jeder Stelle höher oder niedriger stehen würde, wenn es am Hauptpegel die bestimmte Höhe hätte. Hat man, wie vorbin erwähnt, für die Aufnahme des Stromes den gewöhnlichen niedrigen Wasserstand gewählt, so pflegt das Wasser auch in den selten wiederkehrenden sehr niedrigen Wasserständen nicht so tief zu sinken, dass die Reduction eine Unsicherheit besorgen liesse. Man hat also nur das Steigen des Wassers zu fürchten, und auch dieses ist innerhalb gewisser Grenzen noch nicht sehr störend. Die Tabellen der Wasserstandsbeobachtungen an den Hauptpegeln lassen schon erkennen, in welcher Jahreszeit und in welchen Monaten mit der grössten Wahrscheinlichkeit der zum Grunde gelegte Wasserstand erwartet werden kann, und der Feldmesser muss seine Arbeit so vorbereiten, dass er besonders diese Zeit zu denjenigen Messungen benutzt, wo er gerade diesen Wasserstand am nöthigsten gebraucht. Trifft es sich alsdann aber zufällig, dass während einiger Zeit dennoch ein Hochwasser eintritt, so muss er in ähnlicher Weise, als wenn die Arbeit durch eine sehr ungünstige Witterung unterbrochen würde, die Zwischenzeit mit dem Auftragen der Messung ausfüllen, oder solche Arbeiten vornehmen, wobei der höhere Wasserstand nicht hinderlich ist.

Das eben Gesagte bezieht sich auch auf die Aufnahme der *Inseln* und derjenigen *Sand- und Kiesflächen*, welche zur Zeit des angenommenen Wasserstandes über demselben vortreten: ihre Umgrenzung muss gleichfalls genau aufgemessen und in die Charte eingetragen werden.

Es giebt indessen viele Bänke und *Untiefen* in den Strömen, welche bei dem gewöhnlichen kleinen Wasser und selbst beim niedrigsten Wasserstande verdeckt bleiben, während sie doch der Schifffahrt hinderlich sind und daher bei der Entwerfung des Correctionsprojectes berücksichtigt und folglich auch in der Charte angegeben werden müssen. Die Lage und Ausdehnung derselben lässt sich nur durch wiederholte Tiefenmessungen bestimmen, wovon später die Rede sein wird: am vollständigsten kann man sie aber in der Charte eintragen, wenn man in ähnlicher Weise, wie dieses bei Gelegenheit der Aufnahme der zu entwässernden Ländereien beschrieben ist, Ebenen denkt, die dem Spiegel des Stromes beim

nommenen Wasserstande parallel und in gewissen Abständen, 2,4 und 6 Fuss u. s. w. unter demselben liegen. Sucht man Linien, in welchen diese Ebenen das Strombette schneiden, trägt man diese in der Charte ein, so stellt sich die Gestaltung des Strombettes überaus klar und deutlich dar. Diese Methode ist indessen, wenn sie mit gehöriger Sorgfalt durchgeführt wird, sehr mühsam, denn man muss entweder auf der ganzen Strecke in geringen Abständen die Querprofile aufnehmen, oder die angegebenen Tiefen, die beispielsweise zu 2,4 und 6 Fuss gewählt waren, wirklich aufsuchen und durch Signale bezeichnen, deren Lage alsdann vom Ufer aus durch Einschneiden zu bestimmen ist. Man wendet daher dieses Verfahren nur in einzelnen Fällen an, wo eine sehr genaue Kenntniss des Strombettes nothwendig ist, während man sich sonst damit begnügt, die Ausdehnung und Lage der Sandbänke, wie auch die der tiefsten Stromrinne nur ungefähr zu bestimmen und in der Charte zu bezeichnen. Die Höhenlage der Sandbänke, d. h. die Tiefe ihres höchsten Rückens unter dem angenommenen Wasserstande, muss jedenfalls noch ermittelt und in der Charte mit Zahlen eingeschrieben werden. Ausserdem darf die Tiefe des Fahrwassers oder der tiefsten Stromrinne in der Charte nicht fehlen, und es muss auch die Richtung des Stromstriches, worunter man eben diese tiefste Rinne, verbunden mit der stärksten Strömung, versteht, bei dem gewählten Wasserstande angegeben werden.

Es ist immer eine höchst mühsame und unbequeme Arbeit, verschiedene Profilzeichnungen, namentlich wenn sie in grösserem Maassstabe auf besondern Blättern dargestellt sind, mit der Situationscharte zu vergleichen und sich dadurch ein deutliches Bild von den Höhenverhältnissen zu machen. Viel einfacher, und insofern Irrungen vermieden werden, auch viel sichrer ist es, die Resultate der Profilmessungen gleich in der Charte durch Einschreiben der gefundenen Tiefen anzugeben. Auch die Eintragung der Querprofile in das Strombette selbst gestattet eine deutliche Uebersicht der Verhältnisse. Man denkt nämlich die Verticalebene, worin die Tiefen gemessen sind, und welche unten vom Strombette begrenzt wird, um diejenige horizontale Linie gedreht, worin sie den Wasserspiegel schneidet, diese ebene wird in horizontaler Lage an der gehörigen Stelle in das Strombette gezeichnet, dabei

ist es jedoch gemeinhin nothwendig, für die Tiefen einen grössern Maassstab, als für die Längen zu wählen, weil jene sich selbst nicht deutlich genug darstellen. Dieser Umstand ist störend, und ausserdem verdecken die Profile schon einen grossen Theil von der Zeichnung des Flussbettes, so dass dadurch leicht andere wichtige Gegenstände verdunkelt werden. Sind die Profile aber so nahe an einander gelegt, dass sie die Gestaltung des ganzen Strombettes ziemlich vollständig angeben, so kann man aus ihnen sehr leicht jene **Tiefenlinien** construiren, wodurch die Profil-zeichnungen ganz entbehrlich werden, und wodurch zugleich, ohne irgend eine willkührliche Bezeichnung einzuführen und ohne die Charte zu überfüllen oder zu verdunkeln, die Verhältnisse am deutlichsten dargestellt werden. Dass man an einzelnen Stellen, wo die Gestaltung des Bettes von besonderer Wichtigkeit ist, die Profile vollständig misst und besonders darstellt, soll hierdurch keineswegs als unzweckmässig bezeichnet werden: namentlich sind dergleichen Aufnahmen jedesmal nothwendig, wenn Bauwerke in den Strom hineingeführt werden sollen, und man zur Ermittelung des erforderlichen Materials und des Kostenbetrages die vorhandenen Tiefen genau kennen muss.

Was von der Aufnahme des Strombettes gesagt ist, findet auch auf die der **Ufer** Anwendung: dieselben bleiben nämlich nur so lange Ufer, als der Strom sie nicht überfluthet. Geschieht dieses, so bedingt ihre Höhenlage und Gestaltung die Strömung des Hochwassers, und von dieser hängt wieder, wie schon oben bemerkt ist, die Tiefe im eigentlichen Strombett ab. Die Charte muss also anzeigen, welche Uferstrecken bei Anschwellungen inundirt werden und an welchen Stellen zur Zeit des Hochwassers eine starke Strömung sich bildet: sie muss daher auch tiefere Stellen im Flussthale in ihrer ganzen Ausdehnung zeigen und die Höhenlage so vollständig angeben, dass man die Verhältnisse schon aus der Charte zu übersehen im Stande ist. Die tieferen Flächen markiren sich oft dadurch, dass sie Wiesen oder Weideland sind, während das höhere Terrain als Ackerland benutzt wird. Hierdurch allein ist indessen noch keineswegs die Höhenlage gegeben, sie muss vielmehr durch Nivellements ermittelt und durch beigeschriebene Zahlen bezeichnet werden. Am natürlichsten ist hierbei wieder den oben angenommenen Wasserstand zum Gr

Der Umstand, dass dieser Wasserstand keine horizontale, ne geneigte Ebene ist, bleibt ohne merklichen Nachtheil, die Vergleichung jedesmal mit der nächsten Stelle des nacht. Einige Unsicherheit ist hierbei allerdings nicht den, aber wollte man einen Normalhorizont zum Grunde nn würde man bei der Benutzung der Charte gezwungen Gefälle des Stromes jedesmal zu berücksichtigen, wo- cht ein noch grösserer Fehler eingeführt werden könnte. ndsten wäre es freilich, wenn man für die verschiednen ände den jedesmaligen Uferrand beobachtete und eintragen aber diese Arbeit wäre viel zu weit ausgedehnt. Nur nzen des höchsten bekannten Wasserstandes n, so genau wie sich dieses ermitteln lässt, in den rten anzugeben. Da die Gelegenheit zu solchen Beob- n sich jedoch nicht leicht darbietet, so muss man schon ngen der Anwohner hierbei zum Grunde legen, obgleich gewöhnlich einander sehr stark widersprechen und über- chst unvollständig ausfallen. Damit man indessen die t dieser Angaben auch später einigermaassen zu beur- Stande sei, und um zugleich eine möglichst vollständige fältige Ermittelung dieser Thatsachen zu veranlassen, angemessen, dass über diese Aussagen Verhandlungen men werden. Dabei sind zugleich die sonstigen natür- d künstlichen Marken der höchsten Fluthen, und unter ren besonders die Beschädigungen der Baumstämme durch bende Eisschollen zu berücksichtigen.

Grenze der höchsten Inundation, und zwar ebensowohl se unmittelbar vom Strome herrührt, als wenn sie durch hervorgebracht ist, muss in der Stromcharte angegeben hierdurch bestimmt sich im Allgemeinen zugleich die nung der Stromcharte zu beiden Seiten. Die Höhen- ganzen inundirten Fläche wird aber durch beigeschriebene ezeichnet. Da diese Zahlen gegen die eingeschriebenen egativ sind, so könnte man die ersten oder die letzten Minuszeichen versehen: es ist indessen wohl am an- nsten, in gleicher Art, wie die Grenze des Wassers mit 'arbe bezeichnet wird, auch die Tiefen blau und dagegen en roth einzuschreiben, wodurch eine sehr augenfällige

Aenderungen schon in Folge der vorgenommenen Correcti
es würde sehr unpassend sein, wenn man bei Eintragung
Aenderungen die erste Zeichnung ausradiren oder verw
wollte, denn ein wichtiger Zweck einer solchen Charte ist e
dass sie eine vollständige Geschichte des ganzen Baues und
Wirkungen enthalten muss. Es lassen sich manche Veränder
wenn man verschiedene Farben dazu wählt, ohne Undeutlic
herbeizuführen, gemeinhin in das erste Blatt noch eintrage
es erleichtert ausserordentlich die Uebersicht, wenn man d
und nach eingetretenen Veränderungen mit einem Blicke übe
kann. Nichts desto weniger vermehren sich dieselben do
weilen so sehr, dass die Deutlichkeit leiden würde, wen
Alles noch zusammen darstellen wollte: alsdann ist es am p
sten, auf besondere Blättchen oder Klappen die Aenderun
zeichnen, welche auf die Hauptcharte passen, und den
Zustand des Stromes darstellen.

§. 59.

Nivellement des Stroms.

Welchen grossen Einfluss das Gefälle auf den Lau
Stroms hat, ist schon früher erwähnt worden: die genaue Ke
desselben ist daher bei der Entwerfung eines Projectes zu
regulirungen dringend nöthig. Es genügt dabei aber nicht
man nur diejenige Strecke nivellirt, die man eben regulir
denn die beabsichtigte Aenderung im Strombett pflegt au
Aenderung des Gefälles zur Folge zu haben, und man mus
schon vorher davon überzeugen, dass eine solche auch
andern Theile des Stroms nicht nachtheilig sei. Es ist
Regel, dass man das Nivellement wenigstens so weit au
fortsetzt, als eine Aenderung im Wasserspiegel möglich
noch veranlasst werden kann. Am zweckmässigsten ist e
immer, diese Arbeit gleich über den ganzen Strom, ode
wenigstens über einen grossen Theil desselben auszudehnen,
die Kenntniss des Gefälles im Allgemeinen und der Verth
desselben bei verschiedenen Wasserständen auf die einzelnen St
ist zur richtigen Beurtheilung der Stromverhältnisse höchst w
und oft sogar wichtiger, als diejenigen Umstände, welch

romcharte darstellen lassen. Die letztern haben in vielen nen weit beschränkteren Einfluss, man braucht sie nur nnen, wo man gerade eine Correction vornehmen will. so, wie dieses häufig vorkommt, die Absicht nur dahin ist, die grössten Verwilderungen oder Schifffahrtshinder- beseitigen, so kann man ohne wesentlichen Nachtheil ihme der Stromcharte allein auf die auszubauenden Strecken n nächste Umgebungen beschränken, aber ein zusammen- es und gehörig weit ausgedehntes Nivellement ist noth- um ein richtiges Urtheil über die Gefälle im Ganzen und einzelnen Strecken zu begründen, wenn die Arbeit den n Erfolg haben soll.

er die Ausführung des Nivellements wäre hier nichts res zu erwähnen, nur muss auf die Nothwendigkeit des usses an alle Festpunkte, die mit dem Strome in g stehen, aufmerksam gemacht werden: dieses sind vor- e die Nullpunkte der Pegel, demnächst die Schleusen- die Fachbäume oder Rücken der Wehre, die Fachbäume archen, der Mühlen u. dergl. Ausserdem darf man es ht unterlassen, an sonstige feste Punkte in kurzen Ent- n das Nivellement anzuschliessen, denn die ganze Arbeit hren Werth, wenn man sie nicht für einzelne Strecken ederholen und dadurch die eingetretenen Veränderungen en kann. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, dass e grosse Anzahl von Festpunkten längs dem Flusse, etwa is 200 Ruthen Entfernung von einander, künstlich bildet, besondere Vorsicht ist erforderlich, dieselben so anzu- dass sie nicht leicht zerstört oder verändert werden. stellen von Pfählen oder von hohen Steinen, etwa Basalt- ist hierzu allein keineswegs genügend, denn solche sind r den zufälligen Beschädigungen beim Eisgange oder bei Veranlassung ausgesetzt, sondern die Grundbesitzer, denen eck dieser Marken nicht leicht begreiflich zu machen ist, arin gemeinhin eine Beeinträchtigung ihres Eigenthums- und bemühen sich oft absichtlich, diese Zeichen fort- en: es kommt sogar vor, dass sie dieselben ausheben und andere Stelle versetzen, wo sie weniger hinderlich sind. ntheils lassen sich solche Unannehmlichkeiten vermeiden,

wenn die Leute vorher befragt und ihre Wünsche in Bezug auf die Stelle gehörig berücksichtigt werden. Da hierbei der Abstand vom Strom und ebenso auch der Abstand der Marken unter sich ohne Nachtheil etwas verändert werden kann, so ist es fast immer möglich, ein vollständiges Einverständniss herbeizuführen. Für den möglichen Fall aber, dass dennoch die Marke zerstört wird, muss man neben derselben unter der Oberfläche des Bodens noch eine zweite Marke, gewöhnlich einen flachen Stein anbringen, welcher gleichfalls an das Nivellement angeschlossen wird. Die Lage desselben muss im Situationsplane auch genau bezeichnet werden, damit man ihn jederzeit sicher wiederfinden kann.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Eintragung des Wasserspiegels in das Nivellementsprofil: wollte man während der Ausführung des Hauptnivellements gleich die Visirlatte am Rande des Stroms einstellen lassen und dadurch die Höhe des Wasserspiegels ermitteln, so würde man augenscheinlich alle Aenderungen des Wasserstandes, die während dieser Zeit vorkommen, mit einführen, und dadurch die Resultate so entstellen, dass sie ganz unbrauchbar werden. Der Wasserstand, den man im Nivellementsprofil einträgt, muss im Beharrungsstande sich befinden, das heisst dauernd anhalten, und er muss auch ziemlich gleichzeitig neben jeder einzelnen oben erwähnten Marke beobachtet worden sein. Es ist hierbei gleichgültig, ob das Nivellement schon beendigt ist, oder nicht. Die oben erwähnten Festpunkte müssen indessen zur Zeit der Beobachtung des Wasserspiegels bereits gesetzt sein, damit die Uebertragung der letztern auf diese unmittelbar nach der Beobachtung vorgenommen werden kann. Sobald die Aussicht vorhanden ist, dass ein passender Wasserstand eintreten wird, stellt man vor jedem Festpunkte am Rande des Stroms einen Pfahl auf, dessen Kopf horizontal und eben abgeschnitten ist. Die Höhe dieses Kopfes über dem Wasserspiegel wird zu der vorher verabredeten Zeit durch zuverlässige Leute gemessen. Wenn es auch keineswegs erforderlich ist, dass man für jede einzelne Messung einen besondern Beobachter anstellt, so darf man andrerseits auch nicht durch einen Mann in Strecken, von vielen Meilen Länge, alle Messungen vornehmen lassen, weil in diesem Falle die Beobachtungen zu wenig gleichzeitig ausfallen würden. Nichts desto weniger ist es doch immer räthlich, nur zuverlässige

ilfen zu wählen, und wenn man solche nicht in gehöriger ahl disponibel hat, die Einzelnen so anzustellen, dass sie, leicht während eines halben Tages, eine lange Reihe von Pegeln ereinander beobachten Es kommt hierbei noch der Umstand Betracht, dass etwanige Aenderungen des Wasserstandes sich oben nach unten fortsetzen. Dieselben traten also keineswegs ichzeitig an allen Pegeln ein, und wenn der Gehülfe in der htung stromabwärts seinen Weg nimmt und ausserdem für ein ht schnelles Fortkommen desselben gesorgt ist, so wird der chsel des Wasserstandes ihm nicht bedeutend voreilen, und nach beziehn sich alle Messungen, wenn sie auch nicht zu icher Zeit angestellt wurden, doch auf denselben Wasserstand.

Solche Messungen müssen indessen schon längere Zeit vorher rbereitet werden, und sie sind nur in dem Falle zu gebrauchen, nn der erwartete Beharrungswasserstand wirklich eintritt. An n sämmtlichen Hauptpegeln in der ganzen Stromstrecke werden hrend der Beobachtungszeit von Stunde zu Stunde die Wasser-ände abgelesen und aufgezeichnet, dasselbe geschieht auch an n vorhergehenden und nachfolgenden Tagen, damit man sich erzeugen kann, ob wirklich ein constanter oder Beharrungs-sserstand stattgefunden habe.

Indem nun diese Beharrungswasserstände nicht häufig ein-ten, sie auch selten so lange anhalten, dass man während ihrer uer die Vorbereitungen zu solchen Messungen vollständig treffen nn, so geschieht es sehr häufig, und namentlich wenn die Be-chtung eine lange Stromstrecke umfassen soll, dass die ganze ähnte Vergleichung der Wasserstände sich als vergeblich aus-st, indem der Strom während dieser Zeit zu fallen oder zu chsen anfing. Namentlich ist es besonders schwierig, etwas ere Wasserstände auf diese Weise zu beobachten, indem solche e noch kürzere Dauer, als die niedrigen zu haben pflegen. n hat daher gewöhnlich während der Ausführung des Nivelle-nts keine Gelegenheit, den Wasserspiegel des Stroms, und nentlich bei sehr verschiedenen Wasserständen, genau zu be-nmen, und man muss diese nothwendige Ergänzung für eine tere Zeit aufschieben.

Wenn der Wasserstand einem starken Wechsel unterworfen so ist die gleichzeitige Anstellung der Beobachtungen ohne

allen Zweck, und es ist vielmehr viel wichtiger, an allen St
nur das Maximum oder das Minimum zu beobachten,
solches sich nach und nach an den einzelnen Pegeln d
Diese Art von Messung lässt sich viel leichter ausführe
wenn sie an Wichtigkeit der erstern auch bedeutend na
so ist sie andrerseits doch gewiss viel sicherer, als wen
wie dieses gemeinhin geschieht, das Steigen und Fallen des W
gar nicht berücksichtigt. Beim Nivelliren kleiner Flüsse, an
Mühlen liegen, deren Wassermenge also durch den Betri
selben bedingt ist, lässt sich eine gleichmässige Strömu
sonach ein übereinstimmender Wasserstand auf lange St
gar nicht darstellen. Man müsste mehrere Tage hindur
Mühlen ausser Betrieb setzen, bis das Wasser über die
oder durch die Freiarchen einen ganz gleichmässigen Abflu
nimmt, und dieser Zustand des Flusses wäre ein küns
der sich später nicht wiederholt; die Kenntniss desselben i
ohne reellen Nutzen. Dagegen giebt das abwechselnd eint
Maximum und Minimum des Wasserstandes die
Verhältnisse ziemlich sicher an, die man grade wissen will
kann die Pegel zu diesem Zwecke in ähnlicher Weise ein
wie die Thermometer, welche das Maximum und Minim
Temperatur angeben; wenn man sich aber nur auf die Be
tung des Maximums beschränkt, so habe ich hierzu das fo
Verfahren ganz brauchbar gefunden. Ich liess nämlich, e
höchste Wasser eintrat, die erwähnten Pfähle oder Peg
einem recht fetten Thon bestreichen. Soweit derselbe vom W
benetzt wurde, erweichte er und fiel herab: der starke
wusch sogar die Pfähle bis zu dieser Höhe ganz rein, u
höchste Wasserstand liess sich auf diese Art bis zum Eint
nächsten Hochwassers so genau erkennen, dass man nicht
um einen ganzen Zoll bei der Ablesung zweifelhaft bleiben k
Zum Beweise für die Sicherheit der Methode diente abe
zugsweise der Umstand, dass zwei solche Pfähle, die seh
neben einander standen, immer übereinstimmende Resultate

§. 60.

Tiefenmessungen.

lange die Wassertiefe nicht bedeutend ist, misst man die-
ittelst eines eingetheilten Maassstabes oder einer Peil-
. Diese Vorrichtung ist höchst einfach: bei der Anferti-
r Peilstange ist vorzugsweise dahin zu sehen, dass die
ilung recht deutlich ist, und man die Ablesungen schnell
stimmt machen kann, ohne dass immer eine besondere
es Stabes dem Beobachter zugekehrt werden muss. Eine
Genauigkeit ist bei den Tiefenmessungen nie zu erreichen,
vürde es eine ganz überflüssige Mühe sein, wenn man etwa
ile eines Zolles auf der Peilstange noch ablesen wollte.
Umstand macht die Eintheilung der Stange in einzelne
chon entbehrlich, denn man kann dieselben mit hinreichen-
erheit schätzen, wenn auch nur eine Eintheilung von 3 zu
angebracht ist, welche sich weit leichter übersehen lässt.
theilhaftesten ist es, die Stangen rund zu behobeln und
ser Oelfarbe anzustreichen, die Theilungsstriche aber jedes-
gsherum zu ziehen, damit man von allen Seiten her die
ung sehen kann. Wenn man etwa die ganzen Fusse
chwarze und die Viertelfusse durch rothe Striche bezeich-
ist das Beischreiben der Zolle ganz entbehrlich und man
auch die Fusse nicht zu numeriren, wenn man besondere
wählt, um einzelne Stellen zu unterscheiden.
meinhin kommt es nur darauf an, auf den seichten Stellen
fen genau zu kennen, und man reicht sonach gewöhnlich
r Peilstange aus, deren Länge nur etwas grösser als die
Tiefe des Stromes ist: für einzelne Stellen, wo dieses
enügen sollte, kann man eine längere Peilstange benutzen,
aber sehr vortheilhaft, dass man den zum gewöhnlichen
che bestimmten Stab möglichst bequem einrichtet, weil er
um so häufiger und schneller gehandhabt werden kann.
ch wird für ganz bedeutende Ströme, wie für die Weser
Elbe, schon eine Peilstange von 8 Fuss Länge und 1¼ Zoll
grossentheils ausreichen. Ist diese mit den erwähnten
und schwarzen Strichen versehen, die sich ringförmig
iehen, so braucht man nur den schwarzen Strich in der

Mitte, der 4 Fuss bezeichnet, zu markiren, und dieses geschieht am zweckmässigsten dadurch, dass man neben demselben auf jeder Seite noch einen ähnlichen Strich anbringt, so dass hier drei Striche neben einander liegen. Alsdann wird ein Blick auf die Stange, während sie eingestellt ist, hinreichen, um die Fusse und Zolle, welche der Wasserspiegel abschneidet, sogleich zu erkennen, ja man kann sogar in einer weiten Entfernung die Messung übersehen und mit dem Fernrohre die jedesmaligen Tiefen ablesen.

Bei der erwähnten Anordnung tritt noch der Vortheil ein, dass nicht ein bestimmtes Ende der Stange nach unten gekehrt werden muss. Die ganze symmetrische Eintheilung gestattet ohne allen Nachtheil das Umkehren der Stange, und dieses gewährt in vielen Fällen, wenn nämlich das Wasser stark strömt, oder der Nachen schnell gerudert wird, noch den Nutzen, dass der Arbeiter, welcher die Peilstange führt, sie nach dem jedesmaligen Aussetzen umdrehen, und eben dadurch viel schneller operiren kann.

Da die Stange durch das wiederholte Aufstossen, besonders bei kiesigem Grunde, an ihren Enden stark angegriffen wird, und diese Abnutzung eine Verkürzung zur Folge hat, welche mit der Zeit merkliche Fehler veranlassen kann, die um so nachtheiliger sind, als sie immer in demselben Sinne vorkommen, so ist es nöthig, dieser Abnutzung durch Eisenbeschläge vorzubeugen: es wird daher an jedem Ende ein Ring aufgesetzt, der die Stange begrenzt. Fig. 58 auf Taf. XXVIII. stellt eine Peilstange, wie sie hier beschrieben ist, in ihrer Eintheilung und mit den Beschlägen vor: die darauf anzubringenden rothen Striche sind durch die punktirten Linien bezeichnet.

Wenn die Tiefenmessung in sehr weichem Boden vorgenommen wird, so dringt die Stange bei ihrer geringen Stärke leicht in den Boden ein, und man beobachtet alsdann nicht mehr die wirkliche Wassertiefe, sondern vielmehr den Abstand des Wasserspiegels von einer festeren Erdschicht, wobei es nicht fehlen kann, dass der verschiedene Druck, den der Arbeiter beim Aufsetzen der Stange ausübt, auch ein ganz verschiedenes Eindringen derselben verursacht. Um in diesem Falle die Unsicherheit einigermassen zu vermindern, pflegt man den Beschlag der Stange an dem untern Ende mit einer eisernen Scheibe von 3 bis 4 Durchmesser zu versehen, wie Fig. 58 *a* zeigt. Es würde

mer sein, an jedem Ende der Stange einen breiten hölzernen
pf anzubringen. Solche Knöpfe lösen sich indessen sehr
ht oder sie reissen oder spalten in Folge der abwechselnden
netzung und Austrocknung, woher die erste Einrichtung den
rzug verdient.

Hat man sehr grosse Tiefen von mehr als 20 Fuss zu
ssen, was bei bedeutenden Strömen, wie z. B. beim Rhein nicht
lten vorkommt, und auch bei kleineren Strömen stellenweise der
ll ist, besonders wenn man bei hohem Wasser sich von der
iefe an einzelnen Punkten überzeugen will; so muss die Peil-
nge natürlich die angemessene Länge und Stärke haben: eben
durch wird aber der Druck des Wassers gegen sie sehr ver-
hrt und ihr Gebrauch erschwert, der schon an sich und nament-
h bei heftiger Strömung nicht leicht ist. Man kann alsdann
Handhabung der Peilstange dadurch bequemer machen, dass
n ihr unteres Ende auf 1 Fuss Länge oder noch weiter aus
ssivem Eise bestehn lässt. Auf diese Weise misst man am
eine die Tiefen bis auf 40 und sogar 45 Fuss noch mit der
lstange: bei diesen langen Stangen ist es indessen nothwendig,
s die Zahlen für die ganzen Fusse neben der Eintheilung bei-
chrieben werden.

Ueber den Gebrauch der Peilstange wäre ferner zu
erken, dass sie sehr nahe lothrecht stehen muss, während man
Ablesung macht, weil man sonst eine grössere Wassertiefe
bachten würde, als wirklich vorhanden ist. Wollte man aber
starker Strömung, oder während der Nachen, auf dem man
h befindet, merklich schneller oder langsamer, als das Wasser
h bewegt, die Stange lothrecht herabdrücken, so würde man
ses bei kleinen Tiefen nur mit Mühe ausführen können, und
grössern wäre es ganz unmöglich, da der Stoss des Wassers
gen die Stange zu heftig wird. Man stellt daher die Stange
räge, und zwar in der Richtung herab, von wo das Wasser
gen den Nachen strömt: diese Strömung fasst die Stange, und
ngt sie in die lothrechte Stellung. Der Arbeiter muss aber
Neigung, welche er der Stange giebt, so wählen, dass sie
de beim Berühren des Grundes den lothrechten Stand einnimmt,
l eben in dieser Zeit muss die Ablesung auch vorgenommen
rden. Beim Ausheben der Stange wird ihr unteres Ende noch

stärker zurückgedrängt, und das nächste Einsetzen lässt
daher viel leichter ausführen, wenn jetzt das obere Ende,
schon nach vorne geneigt ist, eingestossen und sonach die S
jedesmal umgekehrt wird. Besonders gilt dieses für den
wenn die Peilung in einem Nachen angestellt wird, der si
ruhigem Wasser oder gegen den Strom bewegt, oder abe
durch Rudern eine viel grössere Geschwindigkeit als der S
erhalten hat.

Um die Verschiedenheit der Tiefen in dem Fahrwass
erkennen, ist es zuweilen sehr wichtig, die Peilstange in
kurzen Zwischenzeiten den Boden berühren, oder ihr Ende da
auf demselben streichen zu lassen. Da man sie in diesem
in der lothrechten Stellung erhalten muss, so ist es nothwe
dass der Nachen sehr nahe dieselbe Geschwindigkeit, wie
Wasser hat. Bei starker Strömung ist jedoch die Geschwindi
in der Tiefe schon so viel geringer, dass man mit den Hä
allein die Stange gar nicht mehr erhalten kann. Man kan
alsdann aber eine gehörige Unterstützung durch eine Leine g
die vom vordern Ende des Nachens aus, und zwar so tief a
nur geschehen kann (damit die Ruderer nicht behindert wer
gegen das untere Ende an die Stange gebunden ist.

Wenn die Wassertiefe sehr gross, und dagegen die Strö
nur geringe ist, oder ganz aufhört, so lässt sich die Tiefe
leichter durch das Loth ermitteln: die Genauigkeit der Mes
leidet dabei freilich, aber gerade bei grossen Tiefen ist die sc
Messung derselben auch am wenigsten Bedürfniss. Das
besteht aus einem Bleicylinder, an dessen oberem Ende
eiserne Oese angegossen ist, in welche eine Leine angek
wird, und diese ist mit eingebundenen Lappen oder Ledersti
versehen, an welchen man die Einsenkung des Lothes ode
Tiefe des Wassers beobachtet. Wenn kein Strom stattfindet
das Fahrzeug, von welchem aus die Messung vorgenommen
gleichfalls in Ruhe ist, so bietet der Gebrauch des Lothes
keine Schwierigkeiten dar. Gewöhnlicher geschieht es aber,
das Fahrzeug in Bewegung ist, und alsdann kommt es d
an, dass das Loth schon den Grund berührt, während es
gerade unter dem Fahrzeuge befindet. Wollte man dasselbe
nur herabfallen lassen, so würde es bei grosser Tiefe den

hnell genug durchlaufen können, und man würde unrichtige te erhalten. Das Verfahren beim Gebrauche des Lothes ist wieder dem schrägen Ausstossen der Peilstange ähnlich, irft es nämlich nach Maassgabe der grössern oder mindern vor dem Fahrzeuge so weit voraus, dass es gerade den berührt hat, während man sich lothrecht darüber befindet. grosse Uebung ist zum gehörigen Auswerfen des Lothes, tlich für grosse Tiefen nothwendig, ausserdem muss das auch ein hinreichendes Gewicht haben, damit es im Wasser l genug herabfällt, und die Leine gleichfalls nachzieht. Man daher gewöhnlich ein Gewicht von 5 bis 10 Pfunden an, ossen Tiefen in der offenen See muss dasselbe aber bis nde und darüber betragen. An dem Lothe ist in der Regel lie Einrichtung getroffen, dass man auch die Bodenart er- n kann, welche es berührt. An der untern Basis des Lothes, em Befestigungspunkte der Leine gegenüber, ist zu diesem e eine Höhlung angebracht, die etwa den halben Durch- r des Lothes zur Weite hat. Dieses Loth füllt man mit an, und streicht denselben so reichlich ein, dass er mit convexer Oberfläche den ganzen Boden des Lothes bedeckt. 'alg kommt daher mit dem Grunde in Berührung und der sowie die kleinen Steinchen, Muschelschaalen u. dergl. en sich hinein und werden mit hinaufgezogen, während e Steine einen Eindruck zurücklassen, der sie gleichfalls ch zu erkennen giebt. Nur der ganz weiche Grund bringt merkliche Veränderung in der Oberfläche des Talges hervor, ben dadurch kann man auch diese Bodenart erkennen.

In neuerer Zeit hat man auf den grössten Seeschiffen und ntlich auf den Kriegsschiffen das sogenannte Patentloth lich allgemein eingeführt: bei demselben wird die Tiefe nicht durch die Länge des eingetauchten Theiles der Leine, son- durch die Anzahl der Umdrehungen einer Achse gemessen, he vier spiralförmig gewundene Flächen, wie Windmühlen- l trägt. Man wirft dieses Loth mit einer hinreichenden Masse n über Bord, so dass es den Grund erreichen kann, und es demnächst wieder an derselben Leine heraufzuziehen im le ist. Vermöge seines grossen Gewichtes stürzt es schnell zwar ganz frei herab, ohne selbst an den Drehungen der

erwähnten Achse Theil zu nehmen, da seine flache Form, di der eines Fisches ungefähr übereinkommt, dieses verhindert Drehung der Achse theilt sich nur vermöge des Räderwerks en Zeigern mit. Sobald das Loth den Grund berührt, verursach Stoss gegen das untere Ende eine Auslösung des Räderw welches sonach beim Heraufziehen sich nicht weiter dreht, obg die Achse selbst mit den Flügeln in fortwährender Bewegung b Man öffnet alsdann eine Klappe an der Seite des Lothes liest auf zwei Zifferblättern nach der Stellung der Zeiger u telbar die Tiefe ab, in welche das Loth herabgestürzt war.

Bei allen Peilungen, die Behufs der Untersuchung der wässer vorgenommen werden, ist es von der äussersten Wic keit, die Stellen genau zu kennen, wo die Messung a stellt wurde: ohne diese Kenntniss wird der Zweck beinahe verfehlt. Eine bestimmte gerade Linie lässt sich selbst auf ausgedehnten Wasserfläche noch leicht verfolgen, wenn man Linie auf dem einen Ufer durch zwei kenntliche Marken in höriger Entfernung von einander bezeichnet hat, und wenn den Nachen so steuert, dass diese beiden Marken einander während decken. Wenn keine sonderliche Genauigkeit fü Messung erforderlich und überdies die Geschwindigkeit des mes in dieser Linie nicht sehr verschieden ist, so kann ma Voraussetzung machen, dass der Nachen den ganzen Weg einem Ufer bis zum andern mit gleicher Geschwindigkeit zurücl und dass sonach die in gleichen Zwischenzeiten vorgenomm Tiefenmessungen auch gleichmässig über die ganze Breite Stromes vertheilt sind. Die Gültigkeit dieser Voraussetzun jedoch gemeinhin von vielen Zufälligkeiten abhängig, und muss daher, wenn sichere Resultate verlangt werden, ein an Mittel zur Bestimmung der Entfernungen wählen.

Am gewöhnlichsten ist es, dass man in solchem Falle starke Leine quer über den Strom spannt, an die Lederstück angebunden sind, welche die Entfernungen markiren. Man alsdann einen kleinen Nachen an der Leine quer über den S bewegen und jedesmal, wenn man an einen solchen Lappen ko die Tiefenmessungen vornehmen. Es können jedoch auch dieser Anordnung noch bedeutende Fehler vorkommen, die in starken Verlängerung der Leine ihren Grund haben. Um

ugen und namentlich um der Leine die hygroscopi-
nheit zu nehmen, vermöge deren sie sich bei ein-
tzung stark verkürzt, pflegt man sie, ehe die Längen
net werden, in heisses Leinöl zu tauchen, damit sie
ganz durchzogen wird, und sie später nicht mehr
insaugen kann. Wenn hierauf das Oel abgeträufelt
e etwas trockner geworden ist, reibt man sie mit
lnen Lappen ab, so dass sie eine glänzende, gleich-
berfläche erhält. Hierauf zieht man sie recht kräftig
in demselben Grade, wie dieses beim Ausspannen
om der Fall ist, und in diesem Zustande misst man
b und bindet in Entfernungen von etwa 1 Ruthe die
en ein. Es ist indessen bei der grossen Elasticität
mmer leicht möglich, dass sie auch in diesem Falle
lere Ausdehnung beim Gebrauche annimmt, da schon
enn sie in denselben eintaucht, ihr eine sehr starke
theilt. Am passendsten ist es, dass man die Breite
icht allein durch die Leine, sondern zugleich durch
etrische Messung bestimmt. Die Differenz zwischen
taten zeigt alsdann den Fehler in dem Maasse der
enn man in der letztern die Theilungspunkte gehörig
nd controllirt hatte, so darf man annehmen, dass
sich gleichmässig über die ganze Länge verbreitet,
her, um wie viel Zolle jeder einzelne Theil zu gross
ist.

wird die Leine häufig auf eine höchst nachtheilige
nur verlängert, sondern auch stromabwärts gezogen,
den Nachen, von welchem aus die Tiefenmessung
wird, allein an der Leine hält, und den Stoss, den
gegen ihn ausübt, auf sie überträgt. Wenn hierbei
der Leine unverändert bliebe, so würde der Nachen
einer geraden Linie, sondern in einem elliptischen,
gekehrten Bogen quer über den Strom bewegen, und
die beiden Brennpunkte der Ellipse mit den Be-
kten der Leine zusammenfallen. Man vermeidet die-
d, wenn man den Nachen durch andere Leinen, die
an einem Anker befestigt sind, gegen den Stoss
unterstützt, so dass die eingetheilte Leine nur dazu

dient, den Nachen in die richtigen Entfernungen vom Ufer zu stellen. Fig. 59 zeigt diese Anordnung, und es ist darin auch angegeben, wie man mittelst zweier Signale an einem Ufer die Linie, in der das Profil gemessen werden soll, leicht erkennen, und hiernach den Punkt genau bestimmen kann, wo jedesmal die Peilstange ausgestossen werden muss.

Bei Anwendung mehrerer Signale kann man auch ohne die Leine einzelne Punkte in dem Profile markiren und hierbei zugleich die Einrichtung so treffen, dass in bestimmten Abständen von einander die Profile gemessen werden. Der Umstand, dass nicht alle Punkte im Profile markirt sind, und man zwischen denselben die Stellen, wo die Tiefen gemessen wurden, gleichmässig vertheilen muss, kann keine bedeutende Fehler veranlassen, insofern jene ersten Punkte nahe genug neben einander liegen. Es ist dabei aber nicht mehr nothwendig, dass das andere Ufer nur wenig entfernt sei, man kann vielmehr diese Methode auch am Meeresufer anwenden, wie sie in der That bei den Peilungen vor Swinemünde seit langer Zeit benutzt wird. Fig. 60 zeigt die hierbei getroffene Anordnung. Durch die beiden Signale *M* und *N* ist die Richtung des zu messenden Profiles *PM* gegeben; die beiden Signale *R* und *S* bezeichnen aber in der Linie *PM* den Punkt *P*, und der Punkt *T* wird markirt, sobald man die letztern Signale auf die vorher abgesteckten Punkte *U* und *V* aufstellt. Während man also das eine Profil misst, dessen Richtung durch zwei feste Signale gegeben ist, stellen zwei Arbeiter nach und nach die beiden beweglichen Signale an den durch Pfählchen vorher bezeichneten Stellen auf, und markiren dadurch einzelne Punkte in jenem Profile. Sobald das erste Profil aber gemessen ist, stellt man die beiden festen Signale in der Richtung des nächsten Profiles auf, und die beiden beweglichen Signale werden nach und nach immer nach entfernteren Stellen gebracht. In dieser Weise geht die Aufnahme sehr schnell von statten, da sowohl auf dem Hinwege, als auf dem Rückwege jedesmal ein Profil gemessen wird. Es lassen sich auch die Tiefen an den zwischenliegenden Punkten in den einzelnen Profilen noch mit hinreichender Sicherheit finden, wenn gleichmässig gerudert und gepeilt wird, und man beim Aufschreiben der gefundenen Tiefen jedesmal den Durchgang durch eine Schneidungslinie markirt.

att der beiden beweglichen Signale, deren Verstellung nicht st, wenn sie noch in bedeutender Entfernung gesehn werlen, kann man auch im Boote Winkelmessungen gegen stark markirten Gegenstand in passender Entfernung vor-, sowie auch durch ähnliche Messungen sich der Abstand inem recht hohen Gegenstande noch viel leichter, wenn auch mit weniger Genauigkeit, ermitteln lässt. Gesetzt, lie aufzunehmende Wasserfläche sich im Halbkreise um einen Thurm, etwa einen Leuchtthurm in der Nähe der Mündung afens hinzieht, und man beim Messen immer die freie Ausnach dem Thurme behält; so kann man durch Signale, die iger Entfernung von dem Thurme angebracht sind, die ung der Profile, die wie Radien eines grossen Kreises sämmtlen Thurm treffen, genau genug markiren.

Man wählt am Thurme zwei Stellen, etwa den höchsten Rand Kuppel und die Brüstung oder den Sturz der ersten Fenster-, oder aber ein stark markirtes Gesimse und dergleichen. t man die Höhendifferenz beider, so ist es leicht, aus dem nwinkel, den sie gegeneinander machen, die Entfernung vom rme zu berechnen, und man kann diese Entfernungen tabella- zusammenstellen, so dass man beim Auftragen keine specielle nung vorzunehmen braucht, sondern nur in der Tabelle die gefundenen Winkel entsprechende Entfernung aufsuchen darf. etzt, die Höhendifferenz beider Marken betrage 60 Fuss, und habe den Winkel zwischen beiden mit 30 Minuten abgelesen, rend er wirklich 31 Minuten betrug, so würde der Abstand Ruthen statt 554 gefunden werden. Wenn dagegen der Win- 1 Grad statt 1 Grad und 1 Minute gemessen wäre, so würde Abstand vom Thurme nicht 286 Ruthen, sondern nur 282 then betragen. Man muss auch in diesem Falle, wie immer, man die Messung vornimmt, sich darüber Rechenschaft geben, lche Fehler man wahrscheinlich noch begehen wird, und ob Einfluss auf die Resultate vernachlässigt werden darf. Beim brauche eines guten Spiegelsextanten wird in ruhigem Wetter r wahrscheinliche Fehler nicht leicht eine Minute erreichen. Man darf aber bei Beurtheilung dieser Methode nicht unbeachtet , dass die früher beschriebene Messungsart mittelst der Signale gleichfalls zu Fehlern Veranlassung geben kann, die leicht

noch viel grösser als diese ausfallen, indem man dabei d
Controle nur von der Gewissenhaftigkeit der Hülfsarbe
hängig ist, welche die Signale einstellen. Für viele F
namentlich bei der Aufnahme weit ausgedehnter Wass
wird die zuletzt beschriebene Methode hinreichende Ge
geben, und sie hat den sehr grossen Vorzug, dass ma
Theil der Messung selbst beaufsichtigen kann. Ein Arbeit
dabei peilen, ein anderer führt das Steuer, und achtet nur
dass das Boot immer scharf in der angegebenen Richtun
ferner notirt ein Gehülfe alle Tiefen nach einander, und
schreibt er mit genauer Beobachtung der Zeitfolge die a
tanten abgelesenen Winkel ein. Der Beobachter, der di
misst, kann in den Zwischenzeiten das Peilen, das Jour
auch die Richtung des Bootes controliren. Hierbei kom
der wesentliche Vortheil in Betracht, dass die wichtigsten
des Fahrwassers durch Seemarken bezeichnet zu sein
deren Lage man vorher oder bald nachher durch eine tri
trische Messung vom Ufer aus bestimmen kann. Sie las
wieder zu einer sehr sichern Controle der Winkelmessun
der daraus hergeleiteten Abstände von dem angenommen
tralpunkte benutzen. Man kommt nämlich, wenn man sich
Nähe befindet, vielfach in die Richtung von je zweien d
oder auch wohl bei einzelnen sehr nahe vorbei. Wenn di
Journale neben den Tiefenmessungen notirt wird und
bindungslinie der Tonnen beim Auftragen hiermit überei
so kann man wohl sicher sein, dass wenigstens der w
Theil der Aufnahme hinreichend genau ausgefallen ist.

Es wird sich nicht leicht treffen, dass die Localität
angenommenen Eigenthümlichkeiten wirklich besitzt, und
könnte es scheinen, dass sich nur selten die Gelegenheit d
möchte, von dieser Methode Gebrauch zu machen. Bei d
können jedoch mancherlei Modificationen eintreten, ohne
an Bequemlichkeit und Sicherheit verliert. So ist es d
nicht nothwendig, dass der Centralpunkt, in welchem di
tungen der sämmtlichen Profile sich vereinigen, zugleich d
hohe Signal bilde, von welchem ab man durch Messu
Höhenwinkel die Abstände bestimmt. Wenn auf der Spit
in die See vortretenden Hafendammes ein Leuchtthurm

hohes Signal zur Bezeichnung des Fahrwassers steht, so ieses besonders bequem zum letzten Zwecke benutzt werdem es von allen Seiten her sichtbar ist, und man ausserine Kuppel oder eine andere scharf markirte Stelle gegen orizont der See messen kann. Die Errichtung solcher Sigt auch keineswegs so kostbar, dass man sie nicht behufs essung allein vornehmen sollte. Zur scharfen Markirung chtungen, in welche man die Profile legen kann, finden sich nlich markirte Gegenstände schon vor, es ist aber immer vortheilhaft, dieselben so zu wählen, dass die Linien durch Punkte bezeichnet werden, die nicht nahe neben einander . Eine vollständige trigonometrische Operation muss der ng vorangehen, wodurch alle zu den Marken sich eignenden te im Situationsplane sorgfältig eingetragen werden: und dieses geschehen ist, so sucht man hiernach die passenden tungen für die Profile, bei denen es zwar Bedingung ist, dass ngefähr gleichmässig vertheilt sind, und besonders an solchen en nahe genug neben einander liegen, wo es vorzugsweise uf ankommt, die Tiefen genau zu kennen: dagegen ist es eswegs nöthig, dass die Profile in aller Schärfe gleich weit einander liegen. Man wird ausserdem, wenn auch entferntere kte mit berücksichtigt sind, leicht Linien durch dieselben legen nen, welche alle oder mehrere Profile schneiden, und wenn beim jedesmaligen Durchfahren der Letztern die Durchschnitte rt, so liegt hierin wieder eine sehr brauchbare Controle der eit.

In Betreff der schwimmenden Marken, welche das Fahrsser bezeichnen, muss aber noch erwähnt werden, dass dieselgewöhnlich an so langen Ankerketten liegen, dass sie ihre lle merklich verändern können, und sonach der Wind und die ömung ihre Lage bedingt. Es ist deshalb, wie schon erwähnt rden, nothwendig, dass man ihre Lage unmittelbar vor oder h der Messung bestimmt.

In der angegebenen Art lässt sich die Tiefenmessung über e grosse Fläche leicht in kurzer Zeit ausdehnen und häufig ederholen, ohne dass es nöthig wäre, sehr zeitraubende Rech- jedesmal anzustellen. Hierin liegt ein wesentlicher Vorzug r andern Methoden, und namentlich vor derjenigen, wobei man

die Lage einzelner Punkte, durch Messung der Winkel, zwischen je drei Marken bestimmt. Es kommt beim Wasserbau sehr darauf an, die Veränderungen des Bettes häufig zu untersuchen: hiernach allein kann man die Ursache dieser Veränderungen richtig beurtheilen, und die passenden Mittel wählen, um gewisse beabsichtigte Wirkungen herbeizuführen. Wenn jede einzelne Messung aber weitläufige Rechnungen bedingt, so unterbleibt die Arbeit gewöhnlich ganz, oder sie wird unvollständig und ungenau ausgeführt und nur selten wiederholt. Man wird von dieser Methode bei Strömen nicht leicht Gebrauch machen können, ihre eigentliche Anwendung findet sie nur bei grossen Wasserflächen, also an den Mündungen der Ströme oder in der See: ich habe sie indessen schon hier vollständig beschrieben, um später darauf nicht weiter zurückkommen zu dürfen.

Die bisher erwähnten Methoden zur Messung der Tiefe setzen eine hinreichende Ausdehnung der Unebenheiten des Bodens voraus, um dieselben mittelst der Peilstange noch sicher wahrnehmen zu können. Dieses ist auch immer der Fall, wenn das Bett aus losem Geschiebe oder feinerem Material besteht: sobald aber gewachsener Felsboden unter dem Wasser ansteht, so läuft derselbe häufig in so scharfe Spitzen oder Kanten aus, dass man solche bei dem Aufstossen der Peilstange gar nicht trifft, und man sonach die Wassertiefe für grösser hält, als sie wirklich ist. Wenn man aber auch, wie oben erwähnt worden, die Peilstange längs dem Boden streichen lässt, so geben sich dadurch nur die Unebenheiten in einer einzigen Linie zu erkennen, und sie bleiben unbemerkt, sobald sie seitwärts liegen. Gewöhnlich bilden sich an den Stellen, wo Felsbänke den Strom durchsetzen, sehr heftige Strömungen, welche den Nachen, wenn er vor Anker gelegt wird, gar nicht eine ruhige Stellung einnehmen lassen, sondern ein starkes Schwanken derselben verursachen, und an seiner Seite ausserdem ein merkliches Anschwellen des Wassers hervorbringen, wodurch wieder der Gebrauch der Peilstange, wenn man auch wirklich die Vorragungen des Bettes träfe, ganz unsicher würde. Von dieser Art sind die Verhältnisse des Rheins im Binger-Loch und auf andern benachbarten Felsbänken. Im Schifffahrtsinteresse ist es dringend nöthig, diejenigen hohen Felsblöcke zu ent welche im oder dicht neben dem gewöhnlichen Fahrwasser

d auf welche die Schiffe daher leicht aufstossen können: bevor lessen die Fortsprengung derselben eingeleitet werden kann, iss man wissen, wo und wie hoch sie liegen. Bei der bedeu-nden Tiefe des Rheins, verbunden mit der heftigen Strömung, sst der blosse Anblick der Wasserfläche die gefährlichen Un-fen, die vielleicht auch nur um wenige Zolle über dem Bette ch erheben, durchaus nicht deutlich erkennen. Nur in einzelnen ällen bemerkt man ein Aufwirbeln des Wassers, doch ist auch eses so unscheinbar, dass man es nur bei sehr grosser Auf-erksamkeit wahrnimmt. Nichts desto weniger sind solche unbe-eutende Vorragungen im Bette höchst gefährlich, weil der Rhein eiter oberhalb, wie auch unterhalb eine grössere Tiefe hat, und aher die Ladungen der Schiffe so gewählt werden, dass sie nur n eben über und zwischen diesen Untiefen hindurch schwimmen önnen. Eine Felsspitze, welche daher auch nur sehr wenig orragt, trifft schon den Boden des Schiffes und beschädigt ihn, esonders wenn das Schiff stromabwärts führt und mit der ganzen eschwindigkeit des Stroms sich bewegt. Die Führung der Schiffe t in dieser Gegend seit langer Zeit ein Gegenstand der Privat-dustrie geworden: kein Schiffer wagt es bei einem Wasserstande, obei er diese Klippen fürchten muss, selbst sein Schiff hindurch steuern, sondern er nimmt an den bestimmten Stationen Lootsen . Dieser Umstand ist für die Untersuchung des Stroms wieder sofern höchst nachtheilig, als die Schiffer, wie sehr sie es auch ünschen, dass die Gefahren beseitigt werden, dennoch mit den-lben ziemlich unbekannt sind und keine nähere Auskunft darüber ben können. Für die Lootsen dagegen sind diese Gefahren die uellen eines reichen Erwerbs: sie zeigen sich daher wenig will-hrig, zur Fortschaffung derselben behülflich zu sein, oder auch r die Lage der Klippen dem Baubeamten mitzutheilen. Der rstorbne Bauinspector Elsner in Coblenz hat sich während einer ngen Reihe von Jahren bemüht, diese gefährlichen Punkte auf-ufinden, und ihre Stelle genau zu ermitteln. Aus dem Wege, elchen er die tiefgeladenen Schiffe gehen sah, schloss er zum Theil auf das Vorhandensein der Klippen, zum Theil geben die-lben sich auch dadurch zu erkennen, dass Schiffe darauf ge-n und beschädigt waren, in welchem Falle die Schiffer selbst nähere Auskunft geben konnten. Doch dieses alles diente

nur zur vorläufigen Kenntnissnahme: die Lage und die Höhe der vorstehenden Felsköpfe müsste durch eine specielle Untersuchung ermittelt werden. Hierzu wurde ein besonderer Apparat benutzt, dessen Anwendung freilich, wie es nicht anders sein konnte, viel Zeit und eine grosse Sorgfalt in Anspruch nahm, womit aber doch der Zweck in der Hauptsache ganz sicher erreicht wird, wie ich hiervon mich zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe.

Die Beschreibung und Zeichnung des Apparates (Fig. 61) welche ich hier mittheile, stimmt nicht in allen Specialien mit derjenigen Anordnung überein, die wirklich gewählt war: es wurden jedoch manche Aenderungen dabei schon beabsichtigt, um die nöthige Verstärkung und zugleich eine grössere Schärfe in der Einstellung hervorzubringen. Ausserdem machte das angebrachte Räderwerk, das in gezahnte Stangen eingriff, den Apparat ziemlich kostbar: ich habe in der Zeichnung dafür Leinen angegeben, welche oben an einscheibigen Blöcken befestigt sind, und von letzteren windet sich das lose Ende um Walzen, die von der einen Seite mit einer Kurbel und von der andern mit einem Sperrrade versehen sind, damit die Kurbel nicht mit der Hand festgehalten werden darf. Wenn die Zähne des Sperrrades einen halben Zoll lang sind, das Sperrrad selbst aber einen etwas grössern Durchmesser als die Windung der Leine um die Walze hat, so lässt sich eine Aenderung in der Höhe von weniger als $\frac{1}{4}$ Zoll schon hervorbringen, und dieses dürfte für alle Fälle genügen. Der wesentlichste Theil ist eine schwere hochkantige Schiene oder ein Lineal von Eisen, welches die vorragenden Felsköpfe berühren soll. Um ein Durchbiegen desselben zu verhindern ist es durch eine hölzerne Latte verstärkt: es ist 15 Fuss lang und wird durch zwei senkrechte Arme gehalten, mit denen es durch Winkelbänder verbunden ist. Die Arme sind in Fusse und Zolle getheilt, so dass man an denselben unmittelbar die Tiefe des untern Randes unter dem Wasserspiegel ablesen kann. Die Vorrichtung zum Heben und Senken des Apparats ist bereits beschrieben. Es wäre hier nur noch zu bemerken, dass er schwer genug sein muss, um auch unter Wasser die lothrechte Stellung sicher zu behalten. Nur in dem Falle, wenn die Schiene gegen den Boden stösst, dreht sich der ganze Rahmen um den hölzernen Riegel, der ihn trägt: dieser Riegel ist in der Zeichnung durch Schra

narkirt. Die Bügel, welche die Arme halten, sind an der Kante des Riegels angebracht und mit Charnieren versehn, h die Drehung des Rahmens möglich gemacht wird.

ie Operation beginnt damit, dass man sich mehrere Signale, an den Ufern, theils im Strome, und zwar im Letztern schwimmende Marken bildet, und die Lage derselben in harte einträgt: alsdann werden die Nachen mit dem Apparat alb der zu untersuchenden Stelle vor Anker gelegt, und man t an das Ankertau ein langes Ende an, um mittelst desselben achen immer wieder heraufziehn zu können. Zunächst stellt die Schiene auf die erforderliche Fahrtiefe bei dem grade ndenden Wasserstande ein, doch dieses lässt sich mit hin-ender Schärfe nicht machen, so lange die Nachen noch vor Anker fest liegen, denn alsdann schwanken sie in Folge des ses, den der Strom dagegen ausübt, so sehr, dass der Apparat abwechselnd immer hebt und senkt. Erst wenn der Nachen treibt und das Tau ausläuft, hört das Schwanken auf, und lassen sich beide Arme der Schiene leicht übereinstimmend, auf gleiche Tiefe einstellen. Alle Personen müssen sich ann sehr ruhig verhalten. Die schwankende Bewegung und Gegenstossen und Rauschen des Wassers hört plötzlich so ständig auf, dass man die feinste Berührung der Schiene mit Grunde fühlen und hören kann, stösst sie aber gegen eine ke Vorragung, so legt sich der Apparat gleich um und gleitet diese Weise über das Hinderniss fort. Hat man sich auf che Art davon überzeugt, dass der Felsboden sich an einer lle zu hoch erhebt, so kommt es darauf an, seine Höhe noch naaer zu ermitteln oder seine Tiefe unter Wasser bestimmt zu essen. Dieses geschieht, indem man die Schiene nach und nach was höher stellt, und zusieht, bei welcher Höhe das Gegen-tossen aufhört. Die schwimmenden und die festen Marken müssen ierbei die Richtung des Weges erkennen lassen, in welcher die Nachen herabtreiben, und zugleich die Stelle, wo die Berührung des Bodens stattfand. Wenn sie passend vertheilt sind, so lässt sich dieses durch blosse Schätzung so genau erreichen, dass man die Stelle immer wieder leicht auffinden kann. Das Fahrwasser indessen in einer viel grösseren Breite, als die Schiene ist, die gehörige Tiefe haben, daher bringt man, nachdem

die Untersuchung so weit gediehen ist, ein zweites Ank Seite des ersten aus, doch kann man auch vor dem ersten wenn man den Nachen überscheren lässt, leicht eine Brei etwa 60 Fuss umfassen. Nothwendig ist es hierbei, dass eine hinreichende Anzahl von Marken hat, um jedesmal den N genau auf die beabsichtigte Stelle bringen zu können. Es sich hieraus das Mühsame dieses Verfahrens, und die Me giebt keineswegs die Resultate so vollständig, wie man s sonstigen Peilungen zu erhalten pflegt. Ganz sicher beob man nur, dass eine für die Schifffahrt nachtheilige Erhebun Bodens vorhanden sei, man kann auch die Tiefe ihres hö Punktes unter Wasser mit der erforderlichen Schärfe erm sowie auch ziemlich genau die Stelle, wo sie liegt. Ganz kannt bleibt aber ihre Ausdehnung und man weiss gleic nicht, ob nur eine Untiefe vorhanden sei, oder ob mehrere hinter und neben einander liegen, denn nur die höchste der giebt sich zu erkennen.

Nachdem die Tiefenmessungen in einem Strome ang sind, lassen sich die erforderlichen Profilzeichnungen zusammenstellen. Beim Längenprofil wird der Längen stab gewöhnlich eben so gross gewählt, wie er für die S charte angenommen war: es ist aber bequemer, wenn man bestimmten kleineren Maassstab anwendet, um das Profil, w den Strom nicht mehr gekrümmt darstellt, auf demselben aufzeichnen zu können; dass alsdann das letztere den Str gleicher Richtung, wie die Charte darstellen muss, darf erwähnt werden. Der Höhenmaassstab muss aber so gross nommen sein, dass sich die gemessnen Höhendifferenzen u Tiefen noch deutlich markiren: man wählt gemeinhin $\frac{1}{20}$ natürlichen Grösse.

Das Längenprofil wird gewöhnlich in dem sogenannten St striche gemessen und aufgetragen: man versteht aber unte Ausdruck Stromstrich die Richtung der stärksten Strömung ist schwer dieselbe genau zu ermitteln, doch ist hierbei gem eine grosse Schärfe auch nicht erforderlich, und man b sich damit, dieselbe nach dem Wege, den freischwimmende bei ruhiger Witterung verfolgen, zu bestimmen. Gewöhnlich man diesen Weg nur nach dem Augenmaasse in die Chart

er Regel trifft der Stromstrich mit der grössten Tiefe in den rprofilen zusammen, und daher bestimmt man seine Lage auch fig durch die letztern. Man könnte hiernach beide Definitionen urch verbinden, dass man sagte, der Stromstrich liege in der- igen Section jedes Querprofils, welche unter allen Sectionen gleicher Breite die grösste Wassermenge abführt. Beim Herab- ren verfolgen die Schiffer theils die stärkste Strömung, um nell den Weg zurückzulegen, theils aber suchen sie auch das ste Fahrwasser, und insofern Beides im Stromstriche sich zu inigen pflegt, so ist der Stromstrich wieder mit dem Thal- ge übereinstimmend: das letzte Wort ist daher auch in gleicher eutung, wie bei uns das erste in die Französische Sprache gegangen.

Die Höhe des Wasserspiegels bei gewöhnlichem kleinen Wasser nach dem Nivellement aufgetragen, und die alsdann statt- nden Tiefen im Stromstriche mit Angabe der Bodenart ein- ichnet: die Zahlen müssen jedesmal beigeschrieben werden, die Tiefen misst man, wenn nicht etwa besondere Veran- ung zur schärferen Ermittelung derselben vorhanden ist, in änden von 10 zu 10 Ruthen. Ausserdem muss dieses Profil noch die Höhe der Wiesenflächen, sowie der Aecker, wo he neben dem Strom befindlich sind, angeben. Man stellt fig, wie es auch bei uns vorgeschrieben ist, das rechte Ufer h ausgezogene und das linke durch punktirte Linien dar. enfalls ist die Angabe der Leinenpfade im Profile sehr wichtig, ie auch die der Brücken, der Deiche und sonstigen mit der iffahrt oder dem Strome in naher Beziehung stehenden Gegen- nde. Endlich werden darin auch noch andere Wasserstände, d namentlich die höchsten, soweit sie sich ermitteln lassen, getragen.

Die Querprofile, welche sehr grossen Veränderungen unter- rfen sind, so lange man den Strom sich selbst überlässt, und ren Aufnahme auch bedeutende Kosten zu verursachen pflegt, isst man gemeinhin nur an solchen Stellen, wo behufs einer eabsichtigten Stromcorrection ihre Kenntniss nothwendig ist. In iesem Falle ist es am angemessensten, sie in demselben Maass- tabe, der für die Höhen des Längenprofils gewählt war, zu zeichnen und zwar so, dass derselbe auch für die Längen angenommen

wird, wodurch eine unnatürliche Verzerrung der Figur vermied und der Vortheil erreicht wird, dass die Dossirungen sich rich darstellen.

Aus den Querprofilen lässt sich leicht der Flächeninhalt de selben oder der Querschnitt des Stroms berechnen. Dab kann man natürlich nur diejenigen Abstände des Bettes v Wasserspiegel zum Grunde legen, die man wirklich gemess hat, für die zwischenliegenden Stellen ist es aber ungewiss, das Bette nach oben oder nach unten gekrümmt sei. Die wa scheinlichste Voraussetzung, die man hierüber machen kann, offenbar, wenn man annimmt, dass die Verbindungslinien gera Linien sind. Diese Annahme führt unmittelbar zu einer se leichten Berechnung des Profils. Die Tiefen seien, wie in Fig. angenommen ist, in gleichen Abständen gemessen, und zw gleich t, t' t'' u. s. w. gefunden, während diese Abstände glei a sind. Alsdann bilden sich an den Seiten Dreiecke und mittlern Theile Trapeze, die sämmtlich eine gleiche Grundlin nämlich a haben. Bei der Flächenberechnung wird also jede ei zelne Tiefe t zweimal in ihrer halben Grösse eingeführt, die ga Fläche des Querschnittes ist daher gleich

$$a(t + t' + t'' + \ldots\ldots)$$

§. 61.

Wasserstands-Beobachtungen.

Die Wichtigkeit der Wasserstandsbeobachtungen ergiebt s schon aus den obigen Mittheilungen über die Anschwellungen Ströme, ihr Nutzen ist indessen viel allgemeiner, und man ka in der That nicht nur keinen Strombau, sondern überhaupt kei bauliche Anlage in dem Inundationsgebiete eines Stroms vo nehmen, ohne die Höhe der Wasserstände zu berücksichtigen. Je Communication, sei es Strasse oder Brücke, die man hier erbau erhält diejenige Höhe, die sich nach den bisherigen Wasserstand beobachtungen als die zweckmässigste herausstellt; die Tiefe d Strombettes, die Lage der Schleusendrempel, der Abzugsgräbe sowie die Höhe der Stromregulirungswerke, der Deiche und de gleichen wird hiernach beurtheilt: nicht minder auch die Höhe d Fangedämme, die man zum Schutze der Baugruben ausführt, u

er Leinpfade. Demnächst lässt die Vergleichung solcher chtungen, die an verschiedenen Punkten desselben Stroms tellt sind, seine Eigenthümlichkeiten zum Theil sehr deutlich ehmen, und giebt die Wirkung der Nebenflüsse auf ihn zu nen. Die verschiedenartigen Anschwellungen an den einzel- Punkten zeigen den Einfluss der Beschaffenheit des Bettes des Flussthales, und lassen sonach oft die Ursache eines ls errathen. Der Baumeister, der für die Correction eines ms zu sorgen hat, wird daher sehr häufig auf die Wasser- lsbeobachtungen zurückgehen müssen, und dieselbe auf ver- dene Weise zusammenstellen, um die Resultate, die er gerade t, möglichst bequem daraus ableiten zu können. Es ergiebt hieraus aber auch die Nothwendigkeit, dass die Beobachtungen gehöriger Sorgfalt angestellt werden.

Die Vorrichtung, woran die Wasserstandsbeobachtungen ge- ht werden, heisst der Pegel oder Marqueur: er besteht einhin nur in einer Latte, die in Fusse und Zolle eingetheilt, so befestigt ist, dass sie vor Beschädigungen möglichst ge- ert, und entweder leicht zugänglich, oder doch wenigstens von m zugänglichen Punkte nicht weit entfernt ist, so dass man jedesmaligen Wasserstand daran scharf ablesen kann. Der gel findet hiernach eine sehr passende Stelle an dem hintersten hle eines Eisbrechers, in welchem Falle er von der Brücke leicht beobachtet werden kann. Ferner an Schiffshaltern im ome und in der Mündung der Flusshäfen, sowie auch in klei- Buchten des Ufers, besonders wenn dieselben mit Bohlwerken r Mauern eingefasst sind. Wo sich indessen eine solche Ge- enheit zu seiner Anbringung nicht vorfindet, und ein flaches rland sich längs dem Strome hinzieht, muss man ihn schon einiger Entfernung von dem letztern errichten, und einen einen Graben dahin führen, damit sich neben ihm jederzeit der asserstand des Stromes darstellt. Für die Reinhaltung solcher räben muss aber mit grosser Aufmerksamkeit gesorgt werden, weil r Strom dergleichen kleine Seitenverbindungen häufig verflächt.

Eine besondere Schwierigkeit verursacht zuweilen die Auf- ung der Pegel, wenn das Ufer sehr flach, und der sel der Wasserstände sehr gross ist. Alsdann müsste man wähnten Gräben ganz übermässig verlängern, wenn man

noch an ebendemselben Pegel die kleinsten und höchsten W
stände beobachten wollte, und selbst dieses Mittel würd
schnell eintretendem Wasserwechsel zu keinen sichern Resu
führen, indem der Graben eine längere Zeit zu seiner Fi
braucht, und sonach das Niveau des Stroms sich am Pegel
merklich später, und bei Anschwellungen von kurzer I
vielleicht gar nicht darstellt. Man wählt in diesem Falle
das Mittel, dass man den Pegel für das niedrige Wasser
dem Strome, und den für das höhere neben dem wasserfreien
anbringt: oft zerlegt man aber einen solchen Pegel nicht n
zwei, sondern in eine viel grössere Anzahl von Theilen,
es darf kaum erwähnt werden, dass durch ein sehr genaue
vellement diese Theile verbunden werden müssen, damit ihre
theilung übereinstimmend sei.

Ferner sind noch die schrägen Pegel zu erwähnen, w
man sowohl auf geneigten steinernen Ufereinfassungen, wie
an den Dossirungen der Deiche anzubringen pflegt. Wenn
lich ein starker Eisgang hier unmittelbar vorbeigeht, so
selbst ein niedriger Pfahl dem Stosse des Eises nicht wide
können, und das künstliche Ufer würde sehr leiden, sobald
selbe umgerissen wird. Man legt also den Pegel flach au
Dossirung, oder versenkt ihn noch etwas in dieselbe, so das
Eis gar nicht mehr dagegen treiben kann. Die Eintheilung
aber der Neigung entsprechen, damit der verticale Abstan
Theilungspunkte die richtige Grösse erhält: hat z. B. die I
rung des Deiches eine dreifache Anlage (oder wäre sie nach
sonstigen Sprachgebrauche dreifüssig), und stimmte die Ne
des Pegels hiermit überein, so müsste die Länge jedes F
auf der Pegellatte gleich

$$\sqrt{(1+3^2)} = 3{,}1623$$

sein, und in gleichem Verhältnisse müssten sich auch die
vergrössern.

Zuweilen giebt man den Pegeln eine viel künstlichere
richtung: hierher gehört schon der schwimmende P
Derselbe besteht aus einem kupfernen hohlen Cylinder, de
dem Wasser schwimmt und eine leichte Stange trägt. L
wird durch zwei Bügel in verticaler Richtung erhalten und m

r oberes Ende, oder noch besser durch einen Zeiger oder stige Marke gegen den in passender Weise angebrachten ab den jedesmaligen Wasserstand. Da aber das Eintauchen wimmers durch zufällige Beschädigung leicht vermehrt wird, rch Ansetzen von Schmutz oder Eis verschieden ausfällt, s hierbei eine weit häufigere Controle stattfinden, als beim Pegel erforderlich ist. Gemeinhin stellt man noch einen Pegel von der gewöhnlichen Einrichtung unmittelbar da- welcher zur Controle des ersten dient, und sobald sich che Abweichungen zu erkennen geben, verändert man die ıte Marke an der mit dem Schwimmer verbundenen Stange. 'ortheil dieser Einrichtung liegt in der Erleichterung des ns, indem man diese in einer bequemen Höhe vornehmen auch der Maassstab nicht mehr durch den Niederschlag chlammes verunreinigt wird, der in der Höhe des Wasser- els immer sehr bald sich stark abzusetzen pflegt.

Solche schwimmende Pegel erhalten zuweilen auch die Ein- ng, dass sie die Maxima und Minima selbst notiren, indem der einen oder der andern Richtung gewisse Körper fort- ben, die durch Reibung in ihrer jedesmaligen Stellung ge- werden und sonach die höchsten und tiefsten Wasserstände r erkennen lassen. Diese Einrichtung hat man besonders g an den Strommündungen und Seehäfen, wo Ebbe und Fluth indet, angebracht. Die auf solche Weise angestellten Beob- ngen verlieren indessen dadurch ihre Genauigkeit, dass die eren Schwankungen im Wasserspiegel, welche man beim ttelbaren Ablesen des Pegels schon zu eliminiren pflegt, im ltate mit eingeführt werden und das Maximum der Höhe noch ehren, sowie sie das Minimum vermindern. Um den Gang Veränderungen genau übersehen zu können, hat man in neuerer auch vielfach selbst-registrirende Pegel eingerichtet. h das Heben und Senken des Schwimmers wird nämlich ein in gewissem Verhältnisse gleichfalls gehoben oder gesenkt, derselbe trifft mit seiner Spitze den Mantel einer cylindrischen ze, welche durch ein Uhrwerk langsam und regelmässig gedreht . Er zeichnet also in der Curve den Wechsel der Wasser- de auf, wobei die Zeiten die Abscissen, und die Höhen die naten sind. Diese Einrichtung ist besonders zur genauen

Beobachtung der Fluth und Ebbe sehr wichtig, und man hat dah
noch die Anordnung getroffen, dass der Schwimmer in ein
abgeschlossenen Bassin sich befindet, das nur durch eine kle
Oeffnung mit dem Hafen in Verbindung steht. Auf solche We
verlieren die einzelnen Wellen ihren Einfluss auf den Wassersta
in diesem Bassin, denn sie sind von zu kurzer Dauer, als da
die Erhebung und Senkung des Wassers, die sie verursach
sich durch die Oeffnung fortsetzen könnte.

Dass die Eintheilung des gewöhnlichen Pegels vom niedrigs
bis zum höchsten Wasserstande, oder vielmehr noch etwas ü
beide heraus ausgedehnt sein muss, bedarf kaum der Erwähnu
ebenso auch, dass das Maass richtig übertragen und die La
lothrecht gestellt werden muss, wenn man nicht etwa schräg
Pegel bilden will. Demnächst ist es auch dringend nöthig, da
die Eintheilung immer hinreichend deutlich bleibt, um d
Ablesung scharf machen zu können. Gewöhnlich wird die La
mit weisser Oelfarbe angestrichen und die Eintheilung mit schwarz
Farbe aufgetragen, während man die Zahlen oft roth einschreib
Wie deutlich indessen die Bezeichnungsart auch immer gewä
sein mag, so wird doch bald die Eintheilung, wenn sie nur du
die Farbe markirt ist, in Folge des aus dem Wasser abgesetzt
Schlammes und aufgewehten Staubes ganz unkenntlich. Dur
Abwaschen lässt sich freilich die Reinigung vornehmen, indess
ist es zuweilen nicht leicht, zum Pegel hinzukommen, und jede
falls wäre es vorzuziehen, wenn die Verunreinigung nicht s
störend ausfiele. Dieses lässt sich dadurch erreichen, dass ma
die einzelnen Zolle vor der Ebene des Maassstabes vortreten läss
und eine sehr passende und einfache Einrichtung ist es, wen
man zur Bezeichnung der Eintheilung besondere Nägel mit vie
eckigen starken Köpfen von 1 Zoll Höhe schmieden lässt, u
mit diesen die geraden Zolle bezeichnet, während die ungerade
dazwischen sich durch den vertieften Raum markiren. Wenn ma
hierbei noch den sechsten Zoll durch einen daneben geschlagene
Nagel mit rundem Kopfe und die einzelnen Fusse dadurch unter
scheidet, dass die Zolle abwechselnd an der linken und recht
Seite der Latte angebracht werden, so wird die Ablesung, s
wenn starker Schlamm sich aufgesetzt hat, noch ganz siche
und gewöhnlich wird man den Wasserstand schon nach diese

eurtheilen können, ohne die beigeschriebenen Zahlen abdürfen. Figur 63 zeigt diese Anordnung.

lange fortgesetzten Wasserstandsbeobachtungen ist es nöthig, dass man sich von Zeit zu Zeit die Ueberzeugung , dass der Pegel seinen Stand unverändert beibehalten d namentlich dass sein Nullpunkt noch immer eben so ge, wie er ursprünglich angebracht wurde. Besonders n bei einer vorkommenden Reparatur oder Erneuung des larauf achten, dass er weder höher noch tiefer angebracht durch offenbar die Vergleichung der spätern Beobachtungen frühern sehr erschwert oder ganz unmöglich werden würde. den neuen Pegel genau in derselben Höhe, wie den alten llen, ist es bei uns vorgeschrieben, dass jeder Pegel durch gfältiges Nivellement wenigstens an eine feste Marke in ne, z. B. an eine scharf markirte Stelle einer Plinte oder brüstung, oder an eine zu diesem Zweck angebrachte er und zwar an einem massiven Gebäude angeschlossen muss. Dieses Nivellement soll bei jeder Reparatur oder ng des Pegels, oder sobald die Besorgniss eintritt, dass er verändert sein könnte, wiederholt und eine Verhandlung aufgenommen werden.

ist überall wählt man die Bezeichnung der Pegel in der ass sie von unten nach oben zählen, dass sie also erem Wasserstande eine grössere Anzahl von Fussen markals bei niedrigerem. Nur im Badenschen ist man, soviel kannt, von dieser allgemeinen Regel abgewichen, indem n Nullpunkt auf den höchsten bekannten Wasserstand gelegt d der Pegel abwärts zählt. Auf diese Art zeigt also der das Entgegengesetzte des Wasserstandes an: je weniger er markirt, um so höher ist der letztere. Die sonst übliche irung erscheint weit angemessener, als diese.

ie Wahl des Nullpunktes bei einem Pegel ist an sich h willkührlich: in früherer Zeit folgte man dabei ohne l der Ansicht, dass der Nullpunkt mit der flachsten Stelle hrwassers correspondiren müsse, so dass der Schiffer den ng seines Schiffes übereinstimmend mit dem Wasserstande gel wählen konnte, ohne dass er fürchten durfte, auf den Unein Hinderniss zu finden: so bezeichnete der Pegel in Pillau

die Wassertiefe auf der nahe gelegenen Sandbank, die Rinne genannt, der Pegel in Königsberg die Wassertiefe vor der Mündung des Pregels, der Pegel in Bingen die Wassertiefe im Bingerloche, wobei jedoch für die Sicherheit der Passage dadurch gesorgt war, dass der Wasserstand wirklich einen Fuss mehr betrug und sonach bei einem etwaigen Verfehlen des tiefsten Fahrwassers das Schiff nicht gleich aufstiess. Wie angemessen indessen eine solche Wahl des Nullpunktes auch erscheinen mag, so lässt sich die Uebereinstimmung der Tiefe gar nicht bei allen Wasserständen darstellen, denn das Wasser steigt und fällt keineswegs auf grössere Längen ganz gleichmässig. Ausserdem darf der Tiefgang der Schiffe auch nicht in dem Maasse zunehmen, wie das Wasser steigt, denn die vermehrte Strömung, verbunden mit ihrer veränderten Richtung bei höherem Wasser, treibt das Schiff schon über Untiefen fort, die es bei kleinerem Wasser umfahren konnte. Endlich aber würde bei jeder vorkommenden Correction des Stromes oder bei jeder zufälligen Aenderung der Tiefe auch immer eine Verstellung des Pegels vorgenommen werden müssen.

Es ergiebt sich schon aus dem Gesagten, dass eine genaue Uebereinstimmung zwischen zwei und mehreren Pegeln an demselben Strome für alle Wasserstände durchaus nicht erreicht werden kann, wenn man nicht etwa den einen Pegel nach einem grösseren oder kleineren und noch dazu ganz ungleichförmigen Maasse eintheilen wollte, was wirklich vorgeschlagen ist. Selbst dieses Mittel würde indessen nur so lange von Erfolg sein, als das Strombette unverändert bleibt. Es kommt aber auf die Uebereinstimmung der Pegel durchaus nicht an, denn man kann mit sehr geringer Mühe durch Vergleichung der Beobachtungen finden, um wieviel die einzelnen Pegel bei verschiedenen Wasserständen von einander abweichen. Der wichtigste Umstand, der allein Berücksichtigung verdient, bezieht sich auf die unveränderte Beibehaltung desjenigen Nullpunktes, auf den sich lange Beobachtungsreihen bereits beziehen, und hierauf gründet sich die Regel, dass man an Pegeln keine Veränderungen vornehmen darf. Die Erfahrung hat namentlich in Holland gezeigt, dass eingeführte Aenderungen zu vielen Missverständnissen und dadurch [illegible] zu Unglücksfällen leicht Veranlassung geben. Die einzige [illegible]nahme, die sich hierbei zum Theil rechtfertigen lässt, findet

r Nullpunkt höher, als der kleinste Wasserstand liegt, ach beim Eintreten des letzteren negative Höhen notirt nüssten, wobei die gewöhnlichen Stromaufseher oder andere n, welche die Beobachtung der Wasserstände übernommen leicht falsche Angaben in die Tabellen einführen. Bei uns vorgeschrieben, dass in diesem Falle eine Senkung um usse vorgenommen werden soll, damit die Reduction sich f die Anzahl der Fusse beziehn darf und die einzelnen Zolle ndert bleiben. Es musste hiernach an mehrern Pegeln des dorfer Regierungsbezirkes vor sieben und dreissig Jahren enkung des Nullpunktes eingeführt werden, und zwar um : man bezeichnet aber noch heut zu Tage die Wasserstände äufiger nach dem alten, als dem neuen Pegel, wiewohl die Pegel schon lange nicht mehr existiren. Nach dieser Er- g dürfte es zweifelhaft sein, ob selbst solche Aenderungen pfehlen sind und ob es nicht zweckmässiger gewesen sein , in den seltenen Fällen lieber die negativen Zahlen bei- alten, als eine lange bestandene Bezeichnungsart, woran das kum sich gewöhnt hatte, und wobei die früheren Erfahrungen die Grösse der Gefahr ins Gedächtniss riefen, mit einer n zu vertauschen.

Wenn neue Pegel gesetzt werden, wo solche bisher noch icht bestanden, oder wo dieselben weder regelmässig beob- , noch sonst benutzt wurden, da hat man in der Wahl des unktes ganz freie Hand, und man darf nur dafür sorgen, derselbe ganz sicher unter das kleinste Wasser trifft. Man ihn alsdann zwei Fuss tiefer, als dieses muthmasslich herab- , zu legen. Sollen dagegen mehrere Pegel neu eingerichtet en, so giebt es gewiss keinen Grund, der die absichtliche ihrung einer Ungleichmässigkeit dabei rechtfertigen würde, stellt sie daher so auf, dass sie bei kleinem Wasser corre- diren. Eine besondere Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit in dieser ehung ist aber ohne Zweck, da die Uebereinstimmung doch dauernd ist.

Wo Pegel neben Schiffsschleusen errichtet werden, ist es kmässig, dieselben mit den Drempeln in Verbindung zu setzen, dieses im Preussischen auch vorgeschrieben ist. Die Vor- ift besagt, dass beide Pegel, nämlich ebensowohl der im Ober-

wasser, wie der im Unterwasser ihre Nullpunkte in demselb Horizonte haben sollen, damit das Gefälle sich gleich aus d Differenz der beiden abgelesenen Wasserstände ergiebt. Die Nullpunkt soll aber wenigstens zwei Fuss unter dem klein Unterwasser liegen, ausserdem aber soll der Oberdrempel ge auf einen vollen Fuss des Pegels treffen. Da bei den Schi schleusen gewöhnlich die Höhe des Unterdrempels viel wicht als die des Oberdrempels ist, und jener nicht selten die Fah bedingt, so würde es passender gewesen sein, auch ihn zur V gleichung zu wählen und die Nullpunkte beider Pegel mit gleich hoch zu legen, wie dieses anderweitig auch zu geschehen pf

An den Hauptpegeln wird der Wasserstand täglich ein beobachtet. Die Wahl der Stunde, in welcher dieses gesch ist durch nichts bedingt, aber es ist nothwendig, dass die Be achtungen immer in derselben Tageszeit angestellt werden, w sonst der mittlere Wasserstand sich nicht mehr aus dem ar metischen Mittel richtig ergeben würde. Die Resultate werd in Tabellen eingetragen, deren jede einen Monat umfa Erreicht das Wasser bei starken Anschwellungen nicht in d eigentlichen Beobachtungsstunde seine grösste Höhe, sondern vo oder nachher, so ist dieses unter Beifügung dieser grössten H in derjenigen Columne zu erwähnen, welche für sonstige Bem kungen bestimmt ist: in der ersten Columne ist jedoch nur Wasserstand der gewöhnlichen Beobachtungszeit einzutragen diese darf bei Berechnung des mittlern Wasserstandes allein b rücksichtigt werden. Der Wasserstand wird in Fussen u Zollen bezeichnet, Theile des Zolles sind bei der gewöhnlich Einrichtung der Pegel, namentlich wenn man nicht sehr n herantreten kann, nicht mehr sicher zu erkennen, ausserdem v hindert das fortwährende Schwanken des Wasserspiegels in str menden oder bewegten Gewässern jede genauere Beobachtung

Ferner müssen die Tabellen die Angabe enthalten, an welch Tagen der Strom mit Eis bedeckt war, oder starker Eisga oder auch die Abführung von kleinerem Eise stattfand. Ausserde pflegt man noch manche meteorologische Notizen über die Richtu und Stärke des Windes und über das Wetter zuzufügen, sich solche ohne Instrumente wahrnehmen lassen: diese richten fallen indessen gewöhnlich sehr unzuverlässig aus.

sser den Wasserstands-Tabellen pflegt man auch noch erstands-Scalen zusammenzustellen, das heisst es werden gezeichnet, für welche die Zeiten die Abscissen, und die hteten Wasserstände die Ordinaten sind. Sie geben den el des Wasserstandes sehr übersichtlich zu erkennen, aber n kleinen Maassstabe, den man für die Abscissen anzu- n pflegt (wobei nämlich das ganze Jahr noch nicht 3 Zolle t), kann man die einzelnen Tage nicht mehr erkennen, nach gewährt diese letzte Zusammenstellung nur eine all- ne Uebersicht, und man muss jedesmal auf die Tabellen gehn, sobald man die Verhältnisse sicher aufklären will. calen sind indessen von grosser Wichtigkeit, wenn sie in rem Maassstabe gezeichnet worden, und besonders wenn be Blatt verschiedene gleichzeitige Beobachtungen umfasst mehrere Zusammenstellungen enthält. In dieser Weise sind g. 64 für den Anfang des Jahres 1842 die Wasserstände heins, wie sie in Bacharach, Coblenz, Cöln, Düsseldorf, l und Emmerich beobachtet wurden, zusammengetragen, und ellt sich der Gang der Veränderungen und die verschiedene der Anschwellungen und Senkungen des Stroms dadurch deutlich dar. Ausserdem kann man durch solche Scalen he Eigenthümlichkeiten des Stroms und die darin eingetretenen derungen erkennen, wie dieses bereits §. 57 mit Hinweisung lie Figuren 64 bis 71 auf Tafel XXVIII. bis XXXI. aus- ich auseinandergesetzt ist.

§. 62.

Geschwindigkeits-Messungen.

Die Uferangriffe, sowie überhaupt die meisten Veränderungen, he das Strombett erfährt, werden durch die Stärke der Strömung die Geschwindigkeit bedingt, womit das Wasser sich bewegt, wenn man die Verhältnisse ändern will, so ist es zuweilen t genügend, die Geschwindigkeit im Allgemeinen zu bestimmen, mehr muss man sie häufig an einzelnen Stellen und zwar bei chiednen Wasserständen messen. Ferner hat die Geschwindig- oft einen unmittelbaren Einfluss auf den Betrieb der Schiff- t, und ausserdem kann man die Wassermenge der Flüsse und

Ströme mit einiger Sicherheit nicht anders, als aus ihr herleiten. In der letzten Beziehung stellt diese Messung sich bei Mühlenanlagen, Entwässerungen und bei vielen andern Gelegenheiten als höchst wichtig dar. Ihre grösste Wichtigkeit beruht aber darin, dass sie vorzugsweise die Gesetze andeutet, nach welchen das Wasser in den Flussbetten sich bewegt und seine verschiedenen Wirkungen äussert. Die wenigen Erfahrungssätze, die hierüber gesammelt sind, beruhen auf Geschwindigkeitsmessungen, und nur durch Vervielfältigung derselben lässt sich ein Fortschritt in diesem Theile der Hydraulik erwarten. Diese Ansicht hat sich auch bereits seit langer Zeit geltend gemacht, und namentlich haben die Italiänischen Gelehrten, welche sich mit der Bewegung des Wassers im Strombette beschäftigten, sehr verschiedene Apparate zur Messung der Geschwindigkeiten erdacht. Die Anzahl dieser Instrumente ist noch in neuerer Zeit ansehnlich vermehrt worden. Ich will die wichtigsten derselben im Folgenden näher beschreiben und ihre Vorzüge und Mängel angeben.

Diese Instrumente zerfallen in zwei Classen, und dieselben unterscheiden sich dadurch von einander, dass sie entweder die Geschwindigkeit unmittelbar angeben, oder sie den Stoss des bewegten Wassers gegen gewisse Flächen messen. Dass dieser Stoss von der Geschwindigkeit abhängt, leidet keinen Zweifel, und zwar nimmt jener zu, sobald diese grösser wird: die Beziehung zwischen beiden ist indessen noch keineswegs vollständig aufgeklärt, und es scheint, dass dieselbe sehr complicirt sei. Die Reduction ist daher nicht leicht. Am sichersten verfährt man, wenn man das Instrument, welches den Stoss misst, vor dem eigentlichen Gebrauche an verschiednen, bereits bekannten Geschwindigkeiten prüft und aus den dabei beobachteten Werthen durch Interpolation eine Tabelle zusammenstellt, welche für die zwischenliegenden Werthe des Stosses die entsprechenden Geschwindigkeiten entnehmen lässt. Hat man auf solche Weise die Beobachtungen vorbereitet, so stellt sich gegen die erste Art der Instrumente der Vortheil heraus, dass man nur eine Ablesung vornehmen darf, während im andern Falle auch die Zeit, in welcher das Instrument den Impuls des Stromes empfangen hat, gemessen werden muss. Die erwähnte Prüfung ist indessen nicht leicht, und sie setzt wieder die Benutzung solcher Instrumente voraus, mit welchen man die Geschwindigkeiten

ittelbar messen kann. Die letzten sind daher im Allgemeinen bequemer und sicherer, und sie werden heut zu Tage viel iger gebraucht, als jene, wiewohl es nicht in Abrede zu stellen dass auch die ersteren unter gewissen Umständen sehr nützsein können.

Ich mache mit der Beschreibung derjenigen Instrumente den ang, welche die Geschwindigkeit unmittelbar angeben, unter diesen erwähne ich zuerst die Apparate, welche man frei im Strome treiben lässt. Bei Anwendung derselben en manche Uebelstände ein, deren Einfluss zuweilen unschädlich bt, die jedoch in andern Fällen nicht so leicht zu beseitigen sind.

Jeder im Strome freischwimmende Körper gleitet in der Richg des Gefälles wie auf einer geneigten Ebene herab. Die chwindigkeit, die er annimmt, ist aber nicht unmittelbar von Neigung der Fläche, sondern vielmehr von der Geschwindig des umgebenden Wassers abhängig: er kann sich weder viel neller, noch viel langsamer, als dieses, dauernd bewegen, weil sonst an der vordern oder der hintern Seite vom Wasser geen und sonach verzögert oder beschleunigt werden würde. muss daher ungefähr dieselbe Geschwindigkeit annehmen, die umgebende Wasser hat, und dieses findet in der That in wissem Grade auch immer statt; nichts desto weniger giebt sich weilen eine merkliche Differenz zu erkennen. Die Erfahrung rt, dass grosse schwimmende Körper, wie Schiffe, beim Herabren eines Stroms, wenn sie auch durch keine andre Kraft rieben werden, augenscheinlich schneller, als das Wasser, sich bewegen, und daher die Wirkung des Steuerruders auf sie mer fühlbar bleibt. Letztere müsste ganz aufhören, wenn die hiffe genau dieselbe Geschwindigkeit, wie das umgebende Wasser nähmen, oder sie relativ gegen dasselbe sich in Ruhe befänden. e Erklärung dieser auffallenden Erscheinung stellt sich ausser len Zweifel, wenn man darauf Rücksicht nimmt, dass die Wirng des Steuerruders bei diesen Fahrten mit der Stärke des Stroms desmal zunimmt, und dass sogar ein sehr scharfes Steuern mögch ist, sobald das Schiff eine Stromschnelle passirt hat. Die keit des Steuerruders bezeichnet die Differenz zwischen vindigkeit des Schiffes und der des Wassers: beide n der Stromschnelle selbst nicht so verschieden, als un-

mittelbar darauf, aber gerade hier zerstört das Wasser auch
stärksten die ihm mitgetheilte lebendige Kraft durch seine
Bewegungen und die vielfachen Wirbel, während das Schiff
gleicher Masse, wie derjenige Wasserkörper, den es verdrängt,
hiervon frei bleibt und eben desshalb eine grössere Geschwindig-
keit behält. In gleicher Weise, wenn auch weniger auffallend,
conservirt das Schiff oder der schwimmende Körper fortwährend
die erlangte Geschwindigkeit etwas vollständiger, als das Wasser,
und wenn es dieselbe auch durch den Druck gegen das langsamer
fliessende Wasser immer zerstört, so erneut sich unaufhörlich
solcher Ueberschuss, und eben dadurch stellt sich die Geschwindig-
keit des Schiffes beständig etwas grösser heraus.

Es kann wohl keinen Zweifel leiden, dass die erwähnte
Differenz zwischen beiden Geschwindigkeiten mit der Grösse des
schwimmenden Körpers zunehmen muss: sonach haben kleine
Körper sehr genau dieselbe Geschwindigkeit, wie das Wasser,
und man darf für die gewöhnlichen Apparate in dieser Beziehung
keine Unrichtigkeit besorgen. Es war indessen nöthig, auf das
Verhalten der zu Thal fahrenden Schiffe aufmerksam zu machen,
damit deren Geschwindigkeit nicht unmittelbar als das Maass der
mittlern Geschwindigkeit des Stroms angesehen werde. Es ist
hierbei auch darauf Rücksicht zu nehmen, dass diese Schiffe ge-
wöhnlich gerade in derjenigen Richtung geführt werden, wo sehr
das Wasser am schnellsten fliesst.

Ein zweiter Umstand, der die Anwendung der erwähnten Art
von Geschwindigkeitsmessungen beschränkt, bezieht sich darauf,
dass alle frei herabschwimmenden Körper sich nicht parallel zur
Achse des Stroms bewegen, sondern nach und nach gegen die Linie
der Hauptströmung oder nach dem Stromstriche hintreiben.
Man kann daher in aller Schärfe nur in diesem eine Messung
der erwähnten Art anstellen. Bei geraden und regelmässigen Strom-
strecken ist jedoch die erwähnte Ablenkung der Körper nur sehr
unbedeutend, und sonach ist es alsdann immer noch möglich, nach
dieser Methode mit genügender Sicherheit die Geschwindigkeiten
für verschiedene Sectionen zu finden. Fig. 72, Taf. XXXII. zeigt
die sehr einfache Anordnung, welche zu diesem Zwecke erforder-
lich ist. In einer geraden Stromstrecke steckt man zwei
schnitte *A B* und *C D* in solcher Entfernung von eina...

der herabschwimmende Körper etwa 2 bis 3 Minuten gebraucht, us der einen Linie in die andere zu gelangen. Alsdann lässt in der Entfernung von 5 bis 10 Ruthen oberhalb des ersten schnittes den gewählten Apparat ins Wasser legen und be- htet entweder selbst in beiden Querschnitten nach den aus- ckten Signalen den Durchgang, oder dieses geschieht durch Personen, welche mit Secunden-Uhren versehen sind, die und nach der Messung mit einander verglichen werden müssen. heilhafter ist es immer, wenn man die eigentliche Messung st ausführt und dadurch das Resultat von der Aufmerksamkeit Gewissenhaftigkeit der Gehülfen unabhängig macht. Wenn Strömung nicht ungewöhnlich stark ist, so ist es auch leicht, Durchgang des schwimmenden Körpers durch die erste Linie beobachten, und alsdann noch zeitig genug nach der zweiten e zu gelangen, um auch hier, und zwar mit Benutzung der- en Uhr, die zweite Beobachtung anzustellen. In diesem Falle ohl, wie auch in manchen ähnlichen, bedient man sich zuweilen her Uhren, wobei der Secundenzeiger durch einen Riegel an- alten und wieder gelöst werden kann. Der Vortheil dieser richtung ist indessen sehr geringe, denn bei einiger Uebung es leicht, die Secunden nach der Bewegung des Zeigers oder h besser nach dem Schlage der Unruhe zu zählen, und in sem Falle ist der Gang der Uhr weit gleichmässiger, als wenn n denselben durch Arretirung und Lösung des Secundenzeigers ändert. Auf Theile der Secunde kommt es bei diesen Mes- gen niemals an, vorausgesetzt, dass man die beiden Durch- ngslinien in gehörige Entfernung von einander gelegt, oder die ischenzeit gross genug angenommen hat.

Wird der schwimmende Körper in den Stromstrich geworfen, bleibt er darin: ist dieses aber nicht geschehn, so nähert er h demselben immer mehr und mehr. Diese Annäherung erfolgt dessen in geraden Stromstrecken, wo der Stromstrich überhaupt enig markirt ist, nur sehr langsam, also etwa nach den in der igur angegebenen punktirten Linien. Man kann daher die Ge- chwindigkeit in verschiednen Sectionen des Stroms hinreichend enau bestimmen, wenn die beiden angenommenen Querschnitte, den Beobachtungsraum begrenzen, nicht weit von einander at sind. Es giebt aber auch keine Veranlassung, den Ab-

stand derselben sehr gross anzunehmen, oder die Beobachtun
sehr weit auszudehnen, da eine grosse Genauigkeit, also
eine Schärfe der Messung, welche das Resultat bis auf ein Pr
sicher angäbe, schon wegen der ungleichförmigen Bewegun
Wassers wohl nie zu erreichen ist. Das von Wiebeking
wandte Verfahren, den schwimmenden Körper vom Ufer ode
einem Nachen aus an einem Faden zu führen und dadurch
Annäherung an den Stromstrich zu verhindern, ist wege
dabei leicht möglichen Störungen nicht zu empfehlen.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass der Körper, d
Bewegung man misst, nicht weit über die Oberfläche des Wa
vorragen, und besonders keine grosse Fläche dem Winde dar
darf, weil man sonst nicht mehr die Wirkung der Strömung
beobachten würde.

Die angeführten Umstände bedingen die Wahl und Anord
der Körper, die man zur Messung der Geschwindigkeit im St
frei treiben lässt. Die Form dieser Körper ist ziemlich gl
gültig, und man darf daher bei gelegentlicher Anstellung s
Messungen keinen Irrthum besorgen, wenn man Stückchen
Flaschen u. dergl. gewählt hat: gewöhnlich giebt man abe
Kugel den Vorzug, insofern dieselbe bei jeder Lage, die sie
annimmt, eine gleiche Oberfläche dem Drucke des vorangeh
wie des nachfolgenden Wassers darbietet. Wenn man daher
besondern Apparat hierzu einrichten will, so lässt man
Kugel aus verzinntem Eisenblech, oder weil dieses doch
zu rosten pflegt, lieber aus Messing oder Kupferblech anfer
Die Kugel hat 6 bis 12 Zoll im Durchmesser und ist mit
Oeffnung versehen, die entweder mit einer Schraube dicht
schlossen werden kann, oder sie wird mit einem vortretenden
umgeben, in welchen man einen Kork, wie in den Hals
Flasche, stecken kann. Diese Oeffnung dient dazu, die erf
liche Beschwerung anzubringen, damit die Kugel nur etw
dem zehnten Theile ihres Durchmessers über die Oberfläch
Wassers hervorragt. Gewöhnlich wird Schrot hierzu angew
womit man die Kugel so weit füllt, dass sie bis zur angege
Tiefe eintaucht. Fig. 73 *a* zeigt eine solche Kugel. Die
der Kugel ist nicht gleichgültig. Den metallischen Glanz da
nicht behalten, weil sie in diesem Falle von der spieg

rfläche des Wassers nicht deutlich genug unterschieden werden
nte: man muss sie daher matt färben, und am angemessensten
te es wohl sein, wie dieses auch Krayenhoff gethan hat, die
e Farbe zu wählen.

Die Kugel misst nur die Geschwindigkeit des Wassers in der
e der Oberfläche, und diese ist im Allgemeinen grösser, als
Geschwindigkeit, welche das Wasser in derselben Section des
oms in grösserer Tiefe annimmt. Durch eine Aufstellung, wie
che Fig. 73 *b* angegeben ist, kann die Kugel aber auch zur
ssung der Geschwindigkeit in einer bestimmten Tiefe dienen.
n versieht nämlich die oben beschriebene Kugel mit einer Oese
l befestigt sie mittelst eines Fadens, dessen Länge der Tiefe
ichkommt, in welcher man die Geschwindigkeit messen will,
eine zweite Kugel. Die erste wird in diesem Falle so stark
chwert, dass sie nicht nur selbst ganz untersinkt, sondern
ch die zweite Kugel so weit herabzieht, dass diese dem Ein-
sse des Windes entzogen wird. Die Geschwindigkeit, welche
r so zusammengestellte Apparat annimmt, ist zum Theil durch
Geschwindigkeit des Wassers in der gewählten Tiefe und
m Theil durch die in der Oberfläche bedingt: insofern jedoch
e letztere sich nur gegen eine viel kleinere Kugel äussert, so ist
r Einfluss nur geringe auf die Bewegung, und der Apparat
ebt ungefähr die Geschwindigkeit des Wassers an, welches die
tere Kugel trifft. Genauer liesse sich die Beobachtung anstellen,
enn man zwei Kugeln von gleicher Grösse annähme und die
ere einmal allein herabtreiben liesse, in welchem Falle sie die
eschwindigkeit in der Oberfläche des Wassers bezeichnen würde,
sdann aber sie mit der zweiten verbände, wodurch sich das
rithmetische Mittel aus beiden Geschwindigkeiten beobachten liesse.
ennt man die obere Geschwindigkeit a und dieses arithmetische
ittel c, so ist die gesuchte Geschwindigkeit in der Höhe der
tern Kugel gleich $2c - a$.

Mit der zuletzt beschriebenen Einrichtung des Apparates steht
naher Beziehung das Instrument, welches Cabeo angegeben hat,
d das unter dem Namen des Cabeoschen Stabes oder des
ydrometrischen Stabes bekannt ist. Wenn man nämlich
Geschwindigkeitsmessungen behufs der Ermittelung der Wasser-
enge anstellt, so kommt es darauf an, das arithmetische Mittel

aus allen Geschwindigkeiten zu finden, welche in derselben S
von dem Wasserspiegel abwärts in gleichen Abständen bi
Bette des Stroms vorkommen. Eine solche wiederholte Me
in verschiedenen Tiefen ist immer sehr zeitraubend: der Cab
Stab giebt aber diese mittlere Grösse unmittelbar an. Fi
zeigt denselben. Er besteht aus einem cylindrischen Stab
Blech, der in Fusse eingetheilt und unten mit einem gut schli
den Deckel versehen ist. Man belastet ihn durch eingelegte
platten so stark, dass er bis gegen das Bette des Stroms h
reicht, ohne jedoch dasselbe während des Versuches irg
zu berühren, während er über der Oberfläche des Wassers um
Zoll vorragt, damit man ihn mit Sicherheit erkennen, der
jedoch keinen merklichen Einfluss darauf äussern kann. E
giebt sich hieraus, dass man für Messungen in verschie
Tiefen auch verschiedene Stäbe benutzen muss. In stehe
Wasser schwimmt der Stab, nachdem die Beschwerung ein
ist, lothrecht: im Strome dagegen stösst das schneller flies
Wasser in der Nähe der Oberfläche ihn viel stärker fort, al
Wasser in der Nähe der Sohle: er kann jedoch dem erste
pulse nicht unbedingt folgen, weil ihm unten das Wasser den
sperrt. Das letztere stösst er wirklich in dem Maasse zu
wie er an seinem oberen Ende vorgedrängt wird. Er wird ind
nicht nur an seinem obern und untern Ende afficirt, sond
seiner ganzen Länge verursacht die Differenz seiner Geschw
keit gegen die des Wassers, welches er gerade trifft, einen I
der ihn entweder vordrängt oder zurückhält, und da diese
sungen sich gegenseitig aufheben müssen, indem keine so
Kraft seine Bewegung bedingt, so kann man aus dieser
gleichung der Pressungen auch auf die der Geschwindig
schliessen, und insofern der Stab auf seine ganze Länge
gleichen Querschnitt hat, so folgt daraus, dass er sich n
mittlern Geschwindigkeit dieser Section des Stroms fortbe
muss. Diese unmittelbare Darstellung des gesuchten Rest
welches man sonst nur aus vielfachen Messungen herleiten
ist so wichtig, dass dieses Instrument besonders bei grö
Wassertiefe wohl eine viel häufigere Anwendung zu ver
scheint, als es bis jetzt gefunden hat. Auf dem Preuss
Niederrhein ist es mit grossem Vortheile oft benutzt worden

freilich manche Unbequemlichkeiten bei demselben ein, und ntlich gehört dahin die Bedingung, dass der Stab nirgend Boden berühren darf, weil er in diesem Falle augenscheinlich verzögert werden würde: man muss ihn also nur so tief uchen lassen, dass er selbst auf denjenigen Stellen seines es, wo die Wassertiefe am geringsten ist, mit seinem untern e noch einige Zolle vom Boden entfernt bleibt. Wenn man eine regelmässige Stromstrecke zur Messung ausgesucht hat, können die Tiefen in dem jedesmaligen Wege des Stabes auch t sehr verschieden ausfallen, und der Uebelstand, dass die chwindigkeiten, die das Wasser unmittelbar über der Sohle Bettes annimmt, unbeachtet bleiben, ist dieser Messungsart neswegs eigenthümlich, sondern er tritt in gleicher Art bei allen stigen Methoden zur Messung der Geschwindigkeit ein. Sollte Stab wider Erwarten während des Versuches irgendwo den len berühren, so giebt sich dieses sogleich sehr auffallend urch zu erkennen, dass er sich plötzlich überneigt: man darf nicht besorgen, dass er vielleicht unbemerkt auf diese Art ückgehalten und das Resultat dadurch entstellt werden könnte.

Aus der Beschreibung der Bewegung des Stabes folgt schon, s derselbe nicht lothrecht schwimmt, sondern schräge nach vorn eigt ist. Dieser Umstand ist sehr unwesentlich, da die Begung der gleichmässigen Einwirkung der verschiedenen Wasserilchen hierdurch nicht aufgehoben wird. Die wirkliche Tiefe Eintauchung vermindert sich zwar etwas, doch ist dieselbe n Cosinus des Neigungswinkels gegen das Loth proportional d sonach schon bei auffallenden Neigungen noch ziemlich undeutend: sollte sie aber merklich gross werden, so kann man rch Vergrösserung des eingelegten Gewichtes die entsprechende fere Eintauchung wieder darstellen. Krayenhoff hat eine gewiss r unstatthafte Veränderung dieses Apparates bei seinen Mesgen eingeführt, wodurch er das Ueberneigen des Stabes zu verdern, oder vielmehr nur zu verstecken beabsichtigte. Er brachte nlich am obern Ende des Stabes einen flachen Schwimmer an, auf dem Wasserspiegel ruhte*): indem aber dieser Schwimmer

*) Verzameling van hydrographische en topographische Waarnegen. Seite 193.

auch etwa zur Hälfte eintauchen müsste, um den sehr star schwerten Stab zu tragen, so folgt daraus, dass die Wasserth in der Nähe der Oberfläche einen überwiegenden Einfluss a Bewegung des Apparates erhielten, und derselbe daher nicht die mittlere, sondern sehr nahe die obere Geschwindigkeit a

Bei allen bisher erwähnten Messungen ist es nöthig, den zu kennen, in welchem der Schwimmer sich bewegt, und na lich die Annäherung desselben gegen den Stromstrich erford dass man sich überzeugen muss, wie gross diese bei der achtung gewesen sei. Eine genaue Messung der Abständ den Ufern verlangt vielfache Vorbereitungen, welche die so Einfachheit und Leichtigkeit dieser Methode ausserordentlich trächtigen würden. Am bequemsten dürfte es in dieser Bezi sein, wenn man neben dem einen Ufer und zwar am best der Richtung des zweiten Querschnitts einen etwas erhöht obachtungsort aufsucht, oder durch eine leichte Rüstung solchen darstellt, und von demselben aus die Winkel misst, welchen die Schwimmer beim Durchgange durch diesen schnitt unter dem Horizonte erscheinen, woraus sich ihre fernung vom Ufer leicht finden lässt.

Es ist schon früher erwähnt worden, wie die Anstellun Geschwindigkeitsmessungen in einem Strome zur Zeit der Anschwellungen ausserordentlich schwierig und oft unmögl Der Gebrauch der Schwimmer ist in solchem Falle auc schwierig, wenn man nicht etwa die zufällig vorbeitrei Körper als solche benutzen will. Die Kugel und der Stab sich nicht mehr gehörig einsetzen und noch weniger wiede fangen: ausserdem sind sie, wenn die Thalfläche iunn und man sich dem Hauptstrom nicht gehörig nähern kann nicht sicher zu beobachten. Führt dagegen eine Brücke üb Strom, so kann man noch eine ziemlich sichere Messu einem Schwimmer anstellen, den man an einem Faden im treiben lässt und dessen Geschwindigkeit nach der Län auslaufenden Fadens bestimmt wird. Wiebeking benutzte in Weise die gewöhnliche Kugel; es ist indessen hierbei we Gebrauch des Logs, wie dasselbe gemeinhin auf den See angewendet wird, vorzuziehen. Der Faden, welcher den Schw

wird nämlich, wenn man ihn auch möglichst frei folgen lässt, immer einen geringen Widerstand verursachen, der wenigstens ross sein muss, dass der Faden gehörig ausgezogen wird, dieser Zug ist alsdann schon hinreichend, den Schwimmer ner bestimmten Stellung zu erhalten. Die Kugelform ist daher iesem Falle nicht mehr als Erforderniss anzusehen, und man n statt ihr eine Scheibe wählen, welche dem Angriffe des ssers eine grosse Fläche darbietet und zugleich so wenig Masse dass sie sogleich die Geschwindigkeit des Wassers annimmt. gewöhnliche Log ist in Fig. 75 dargestellt: es besteht aus m leichten hölzernen Brettchen in Form eines gleichseitigen iecks von etwa 9 Zoll Seite. Die Befestigung an drei Fäden, sich in geringer Entfernung vereinigen, sichert demselben eine che Stellung, dass es dem Stoss des Wassers seine breite te normal entgegenkehrt. Es schwimmt gewöhnlich in der der Figur dargestellten Lage. In der Entfernung von einigen then ist der Faden mit einem Knoten versehen, und ähnliche oten folgen alsdann in bestimmten Abständen, während ein-undene Lederstreifen die Entfernungen bezeichnen. Wenn eine ssung gemacht werden soll, so wird das Brettchen über Bord worfen, und sobald die Leine auszulaufen anfängt, der erste oten in der Hand festgehalten, bis die Zeitmessung gehörig bereitet ist. Zu dieser dient auf den Schiffen gewöhnlich eine ndubr, welche in einer halben Minute ausläuft: man dreht selbe um, so dass das Auslaufen des Sandes von der einen Seite ch der andern beginnt, und gleichzeitig öffnet man die Hand, der man bisher die Leine festhielt: diese wird nun frei, und itet durch die Hand in gleichem Maasse, wie sich der Beobachter m ausgeworfenen Log entfernt. Im Augenblicke, wo die Sand-r abgelaufen oder die halbe Minute verflossen ist, hält man Leine wieder an, und die Bezeichnung des nächsten Knotens ebt die Länge des in Zwischenzeit vom Schiffe durchlaufenen eges an. Um das Zurückziehen des Logs zu erleichtern, ist ch die Einrichtung getroffen, dass von den erwähnten drei Enden r zwei festgeknüpft, das dritte aber in einen Spalt eingeklemmt Sobald die Leine daher plötzlich scharf angezogen wird, so t sich diese dritte Verbindung, und das Log schwimmt flach dem Wasser und lässt sich leicht zurückziehn. Ganz in gleicher

Weise, jedoch mit der Abänderung, dass statt der Sanduhr gewöhnliche Secundenuhr benutzt wird, kann man von Br aus auch die Geschwindigkeit in der Oberfläche des Hochwa sehr leicht ermitteln.

Bei den folgenden Instrumenten, welche zur unmittel Messung der Geschwindigkeit dienen, tritt der Vortheil ein, sie die Stärke der Strömung an einer bestimmten Stelle geben und die Resultate sich nicht mehr wie bei den Schwim auf eine gewisse Ausdehnung des zurückgelegten Weges bez Hierbei muss zuerst das hydrometrische Rad erwähnt we welches in seiner einfachsten Zusammenstellung Fig. 76 gezeic ist. Es besteht aus einer Achse, woran eine Scheibe befestig die an ihrem Umfange eine Reihe von Schaufeln, ähnlich e unterschlächtigen Mühlenrade, trägt: dieselben sind unter sich Seite noch durch zwei Reifen verbunden, die überdiess es hindern, dass nicht etwa der Faden, der die Anzahl der drehungen angiebt, von den Schaufeln gefasst werden kann. N dem Rade befindet sich auf derselben Achse eine kleine Rolle welcher der erwähnte Faden befestigt ist. Man lässt das Räd während einer bestimmten Zeit in das Wasser etwas eintau und wenn man es alsdann herauszieht, so zählt man die dungen des Fadens auf der Rolle, woraus sich wieder die A der Umdrehungen und bei dem bekannten Radius auch die schwindigkeit des Mittelpunktes der Schaufeln ergiebt, w mit der des Wassers ungefähr übereinstimmt. Es ist klar, man mit diesem Apparate nur die Geschwindigkeit in der fläche des Stromes messen kann, und dass die schräge Ste der Schaufeln, wenn man auch die Tiefe der Eintauchung scharf gemessen hat, manche Unregelmässigkeiten der Bewe bedingt, woher das gefundene Resultat immer ziemlich uns bleiben muss. Nichts desto weniger ist dieser Apparat doch angewendet, und in England bedient man sich desselben jetzt noch und zwar in ziemlich kleinen Dimensionen, so das Rädchen kaum 6 Zoll Durchmesser hat. Dubuat gebra gleichfalls ein solches Rad, und zwar war dasselbe sehr aus Tannenholz construirt: acht Speichen trugen eben so Schaufeln, die drei Zoll hoch und breit waren. Durch schlungene feine Drähte waren die Schaufeln unter sich verbu

r Durchmesser des Rades hielt 2 Fuss, dabei wog dasselbe mit nschluss der Achse nur etwas über 11 Unzen *).

Weit grössere Genauigkeit gewährt der hydrometrische lügel, den man gewöhnlich nach seinem Erfinder, den Woltnschen Flügel nennt. Die Schärfe, sowie auch in gewisser ziehung der sehr bequeme Gebrauch dieses Instrumentes haben nselben allgemeinen Eingang verschafft, und es wird gegenrtig beinahe ausschliesslich angewendet, wenn man genaue Retate erhalten will. Woltman beschrieb es schon im Jahre 1790 einer eignen Schrift **). In Deutschland fand es sehr bald lfache Anwendung, auch in Frankreich ist es in der letzten t oft benutzt und seine Zweckmässigkeit anerkannt worden. England wurde es wunderbarer Weise vor etwa 10 Jahren von em gewissen Saxton noch einmal erfunden; nichts desto weniger eint es daselbst noch ziemlich unbekannt zu sein, wiewohl das der dortigen Marine jetzt allgemein eingeführte Patentlog wetlich damit übereinstimmt.

Der Woltmansche Flügel wird auf dieselbe Weise, wie eine indmühle in Bewegung gesetzt: die Achse, an welcher sich eine er zwei Flügelruthen befinden, deren Flächen unter einem gleien Winkel gegen die Drehungsebene geneigt sind, wird in die chtung der Strömung gestellt. Die Geschwindigkeit, mit der Achse sich dreht, ist sonach, wenn die Reibung nicht etwa en wesentlichen Einfluss ausüben sollte, der Geschwindigkeit des roms proportional. An dieser Achse befinden sich, wie Fig. 77 und *b* zeigt, einige Schraubengänge und dieselben entsprechen n Zähnen eines darunter befindlichen Rädchens. Letzteres kann n beliebig in jene eingreifen lassen und wieder gegen einen sondern Zahn feststellen. Dieser letzte Zahn dient zugleich als iger, um die Bewegung zu messen, welche das Rädchen in der it, wo es in die Schraube eingriff, gemacht hat. Jeder einzelne dzahn entspricht sonach einer Umdrehung der Schraube oder r Flügelwelle. Die Beobachtung geschieht auf diese Art: man llt das Rädchen so ein, dass der feste Zahn auf den mit Null,

*) *Dubuat, principes d'hydraulique* II. §. 441.

**) Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels von R. ltman. Hamburg 1790.

oder in der vorliegenden Figur mit 100 bezeichneten Punkt Die Feder unter dem Rädchen drückt den kleinen Rahmen, das gezahnte Rad befestigt ist, herab, so dass es sich äussere Veranlassung nicht lösen kann. Jetzt stellt man Flügel an der gewählten Stelle in der beliebigen Tiefe auf. dem Augenblicke ab, dass der Flügel in den Strom eint wird er gedreht, aber da seine Welle mit dem Rade no keiner Verbindung steht, so sind diese Drehungen auf das le ohne Einfluss. Sobald man aber Alles zur eigentlichen Beol tung vorbereitet hat, und etwa der Zeiger der Secundenuh Anfang einer neuen Minute markirt, so zieht man an einem F den erwähnten Rahmen mit dem Rade etwas herauf. Let verlässt alsdann den festen Zahn und greift nunmehr in Schraubengewinde, durch welches es bei jeder Revolutio Flügelwelle um einen Zahn sich weiter dreht. Ist die besti Beobachtungszeit, also etwa eine Minute, verflossen, so lässt den Rahmen mit dem Rade herabfallen, wodurch Letzteres sog wieder in den festen Zahn eingreift und in dieser Stellung verändert gehalten wird, obgleich die Flügelwelle ihre Dre fortsetzt. Sobald man hierauf das Instrument herausnimmt ergiebt die Stellung des Rades gegen den Zeiger unmittelb Anzahl der Umdrehungen des Flügels während der Zeit, in cher das Rad mit der Flügelwelle in Verbindung gehalten w und man findet sehr leicht die Länge der Wassersäule, die rend derselben Zeit vorübergezogen ist, wenn man den der einzelnen Umdrehung kennt. Man kann sonach in jede liebigen, und selbst in sehr grosser Tiefe dieses Instrumen brauchen, doch muss man jedesmal, nachdem eine Beobac angestellt ist, es herausziehn und die Ablesung vornehmen, man später, nachdem eine zweite Messung gemacht ist, den der erstern nicht mehr erkennen kann. Dieser Umstand ist dings etwas unbequem und verzögert die Operation sehr me

Zunächst entsteht die Frage, auf welche Weise man den der einmaligen Umdrehung der Flügelwelle finden könne, das wie die Länge des Wassercylinders zu ermitteln sei, der bei s Vorbeifliessen gerade einmal die Flügelwelle dreht. Woltma pfiehlt zu diesem Zweck, den Flügel an einer Stange wi beschriebenen Gebrauche zu befestigen und ihn in steh

r eine gewisse Strecke hindurch, also etwa 200 Fuss zu en. Die auf dem Ufer gemessene Länge dieses Weges rt durch die Anzahl der Umdrehungen, die man wieder in er Weise an dem Rade abliest, giebt den gesuchten Werth Umdrehung. Man kann sich bei dieser Gelegenheit auch davon überzeugen, ob die Anzahl der Umdrehungen von der hwindigkeit ganz unabhängig sei, womit das Wasser gegen lügel stösst, und ob es allein durch die Länge des begegnen-Wassercylinders bedingt sei. Bei den verschiedenen Flügeln, ch gebraucht habe, ist dieses immer der Fall gewesen.

Zuweilen lässt sich der erwähnte vorbereitende Versuch nicht führen, indem kein stehendes Wasser von hinreichender Ausung in der Nähe befindlich ist. Es giebt alsdann noch ein es Mittel, um eben so sicher den Werth der einzelnen Umung des Flügels zu ermitteln. Man zieht nämlich auf Papier gerade Linie, und richtet die Flügelwelle auf einer passenden rlage genau darüber: nun stellt man die Flügelruthe lothrecht verschiebt ein Lineal unter dem Flügel so lange, bis es von gesehn mit der Fläche des Letzteren zusammenfällt. Man t alsdann die nächste Ruthe nach oben und so fort und überzt sich dadurch, dass wirklich alle Flügel unter gleichem kel gegen die Drehungsebene geneigt sind. Dieser Winkel durch die Richtung des Lineals gegen die Linie bezeichnet, welcher die Achse parallel gestellt wurde. Aus diesem lässt leicht der Werth der einzelnen Umdrehung des Flügels hern. Wenn nämlich das Instrument in Thätigkeit ist, so schraudie Flügel sich gleichsam durch das Wasser hindurch, und usgesetzt, dass die Reibung keinen merklichen Einfluss äussert, bildet die gesuchte Länge nichts anders, als die Weite des solche Art sich darstellenden Schraubenganges, und man et diese leicht, wenn man den Umfang der Schraube mit der gente des bereits gemessenen Neigungswinkels multiplicirt. Datritt der Zweifel ein, wie gross man den Radius des Flügels unehmen habe, um den gesuchten Umfang zu ermitteln. Strenge mmen wird er etwas grösser sein, als der Abstand des Mittelktes der Flügelfläche von der Drehungsachse, der Unterschied indessen so unbedeutend, dass man diesen ohne Nachtheil ür annehmen kann und man wird sich durch Versuch in stehen-

dem Wasser leicht überzeugen, dass das auf solche Weise berechnete Resultat mit dem der Beobachtung so genau übereinstimmt, wie die Schärfe der Messung überhaupt ein Urtheil gestattet. Es ist hiernach aber sehr leicht, einen Flügel so einzurichten, dass seine Umdrehungen einen gewissen vorher bestimmten Werth haben; bei dem in Fig. 77 *a* und *b* dargestellten Instrument dreht sich die Flügelwelle genau einmal um, wenn 9 Zoll Wasser vorbeifliessen, und hierdurch vereinfacht sich ausserordentlich die Rechnung, die man nach jeder Beobachtung vornehmen muss.

Die Reibung der Flügelwelle, sowie auch die des Rades und der Schraube gegen das letztere ist im Vergleiche zu dem Stosse des Wassers immer so unbedeutend, dass ich sie niemals wahrnehmen konnte, wenn ich den Flügel auch sehr langsam durch stehendes Wasser bewegte. Das Wasser überzieht auch offenbar alle Theile des Instrumentes und es wirkt daher in ähnlicher Weise, wie eine Schmiere. Hiernach erscheinen die Vorsichtsmaassregeln, die man zuweilen behufs Verminderung der Reibung bei diesem Instrumente getroffen hat, ganz überflüssig, wie z. B. die Anwendung von recht feinen stählernen Achsen und wohl gar von ausgebohrten Edelsteinen, worin dieselben laufen.

Wenn das Instrument in heftiger Strömung benutzt wird, so lässt es sich nicht immer vermeiden, dass es zuweilen gestossen, wenigstens stark erschüttert wird, und selbst der Druck des Wassers stellt schon bei einer Geschwindigkeit von etwa 7 Fuss in der Secunde die Festigkeit aller Theile auf die Probe. Man muss daher besonders darauf sehen, dass die ganze Zusammensetzung möglichst solide und fest sei. Die stählernen Achsen zeigen aber den grossen Uebelstand, dass sie leicht rosten: ich habe es daher vorgezogen, den Flügel ganz aus Messing zusammenzusetzen. Die Reibung zwischen der Schraube und dem Rade kann sehr gross werden, wenn man letzteres scharf dagegen drückt, und dabei ist es noch leicht möglich, dass ein Verbiegen der Theile eintritt. Um dieses zu vermeiden, muss die Einrichtung getroffen sein, dass der Rahmen, welcher das Rad trägt, sich nur bis zu einer gewissen unschädlichen Höhe heben lässt: im vorliegenden Falle wird diese Höhe durch den Einschnitt in dem kleinen angeschrobenen Riegel bedingt, worin sich zugleich der Schlitz findet, in welchen das hintere Seitenstück des Rahmens eingreift.

ie Aufstellung des Flügels geschieht auf sehr verschiedene , häufig befestigt man ihn an einer Latte, die an einem ammten Pfahle oder in einem dazu vorgerichteten Baume zur des Schiffes herabgeschoben werden kann. In beiden Fällen man dafür Sorge tragen, dass die Achse der Flügelwelle immer dem Strome entgegengekehrt sei. Man hat dafür zuweilen durch die in Fig. 77 *c* dargestellte Vorrichtung gesorgt, inder Flügel sich um eine verticale Achse frei drehen kann und hinreichend grosse Fahne am hintern Ende ihn immer geeinstellt. Der kleine Flügel, den ich schon seit Jahren ich gebraucht habe, ist oben mit einer starken Schraubener versehn, welche auf eine Spindel am Spazierstocke passt. aber in grösserer Tiefe die Messung vorgenommen werden, isst sich das Instrument leicht durch zwei Holzschrauben mit elköpfen, die in demselben Kästchen aufbewahrt werden, auf r Latte befestigen.

Ueber die Einrichtung des Flügels und den Gebrauch desn sind noch einige andere Umstände zu erwähnen. Man kt die Flügelwelle oft lose auf die Ruthen auf, damit man n jede beliebige Neigung geben könne, und häufig ist der ten, worin das Instrument verpackt wird, so eingerichtet, dass beim jedesmaligen Einlegen die Flügel von den Ruthen lösen s. Diese Anordnung ist höchst unzweckmässig, denn sie macht dem jedesmaligen Gebrauche einen neuen Probeversuch nothdig. Bei dem in der Figur dargestellten Instrumente sind Flügelflächen auf die Ruthen aufgelöthet: letztere lassen sich ssen, wenn man die Schraube am Ende der Flügelwelle löst, ehmen, und sie finden ihren Platz im Deckel des kleinen tchens, wodurch die Grösse desselben so sehr reducirt wird, man es sehr bequem in der Tasche tragen kann. In der eibe am vordern Ende der Achse, wogegen die beiden Ruthen lehnen, ist ein Stift eingesetzt, der in entsprechende Löcher er Ruthen eingreift, und ihnen daher die erforderliche Stellung ert. Das erwähnte Instrument hat eine sehr grosse Festigkeit urch erhalten, dass die Flügelwelle und ebenso das Rad, zur e der Blechscheibe gelegt ist, gegen welche alle einzelnen ile festgeschraubt sind. Es wurde dadurch möglich, einen ken Riegel dicht unter der Welle hindurchgehn zu lassen,

und wenn eine noch grössere Festigkeit erforderlich gewesen wäre, so hätte die Oeffnung in der Scheibe neben dem Rädchen ganz fortfallen können.

Von grosser Wichtigkeit ist ferner die passende Form der Zähne: man sieht oft hydrometrische Flügel, bei denen diese Form so gewählt ist, als ob das Rad in ein Getriebe eingreifen sollte. Auch dieses ist sehr unpassend, denn in solchem Falle geschieht es leicht, dass der Zahn mit seiner breiten Fläche gerade auf die Stirn des Schraubenganges trifft, und alsdann das starke Anziehen des Fadens eine solche Klemmung verursacht, dass das Instrument leidet, und wenigstens die Beobachtung vereitelt wird. Man muss, um ein solches Zusammentreffen möglichst zu vermeiden, sowohl den Gang der Schraube als die Zähne des Rades recht scharf ausschneiden.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass man zuweilen, um die Dauer der Beobachtung auf eine längere Zeit auszudehnen, die Achse des gezahnten Rades noch mit einem zweiten Rade in Verbindung setzt, welches die Umgänge des ersteren zählt. Diese Einrichtung ist indessen wohl gemeinhin überflüssig. Bei dem erwähnten kleinen Flügel, der sich bedeutend schneller bewegt, als dieses bei grössern Instrumenten zu geschehn pflegt, entspricht dennoch die einmalige Umdrehung des Rades einem Wasserfaden von 75 Fuss Länge: wird also eine Geschwindigkeit von 7 Fuss gemessen, was doch nur sehr selten der Fall ist, so dreht sich das Rad in $7\frac{1}{2}$ Secunden einmal um, und wenn diese Dauer des Versuches nicht für genügend angesehn wird, so ist sie gewiss zu einer vorläufigen Bestimmung der Geschwindigkeit ausreichend. Sobald diese aber näherungsweise bekannt ist, so kann man darüber nicht mehr in Zweifel sein, ob beim länger ausgedehnten Versuche das Rad sich zwei oder dreimal umgedreht hat. Sonach lässt sich ohne Schwierigkeit in den seltenen Fällen, wo dieses nöthig ist, die Messung auf eine etwas längere Zeit ausdehnen. Es liegt indessen durchaus kein wesentlicher Vortheil darin, wenn man die Beobachtungszeit recht gross annimmt: der unvermeidliche Fehler in der Bestimmung der Zeit wegen des nicht momentanen Anziehens und Nachlassen des Fadens erhält freilich einen um so geringeren Einfluss, je grösser die Dauer der ganzen Beobachtungszeit ist: und dasselbe findet auch mit dem unv

lichen Verschieben des Rädchens statt, wenn dasselbe wie öhnlich nicht genau auf die Schraubengänge und den festen n trifft. Diese Unsicherheit bleibt indessen wohl gewöhnlich r derjenigen, welche durch die Ungleichmässigkeit in der Beung des Wassers besonders im heftigen Strome veranlasst d. Dieselbe giebt sich schon durch das verschiedene und iodisch wiederkehrende Aufwallen zu erkennen: noch viel deuter zeigt sie sich aber in den Resultaten der Messung, wenn n eine grössere Anzahl von Beobachtungen unmittelbar nach ander, also unter ganz gleichen Umständen anstellt. Diese weichungen betragen in einem stärkeren Strome häufig 5 Prot und oft noch mehr: es erscheint daher zwecklos, die Apparate Darstellung einer grossen Schärfe der Beobachtung einzuhten, wenn in der Erscheinung selbst weit grössere Anomalien kommen.

Unter denjenigen Instrumenten, welche nicht unmittelbar die schwindigkeit des Wassers, sondern den Stoss messen, den sselbe auf gewisse Flächen ausübt, ist zuerst die von Michelotti gegebene hydraulische Schnellwage zu erwähnen. Die ichnung in Fig. 78 erklärt ihre Einrichtung und ihren Gebrauch reichend, so dass nur zu erwähnen ist, dass das kleine verhiebbare Gewicht auf dem längern horizontalen Hebelsarme durch inen Abstand von der Drehungsachse den Stoss des Wassers sst. Ebensowenig darf in eine nähere Beschreibung der von imenes benutzten Wasserfahne Fig. 79 eingegangen werden: eselbe würde im stehenden Wasser vermöge des angehängten ewichtes sich zugleich mit dem Zeiger links drehen, sobald sie er von dieser Seite durch den Strom getroffen wird, so wird e zurückgedrängt, und sie bleibt an derjenigen Stelle stehen, o der Druck des Wassers gegen die schräge Fläche dem Zuge s Gewichtes gleich kommt. Beide Instrumente geben bei verhiedenen Strömungen die stärkere zu erkennen, und wenn man, ie oben erwähnt worden, mit ihnen Probeversuche bei bekannten eschwindigkeiten angestellt hat, und dadurch auf empirischen ege die Bedeutung verschiedener Ablesungen ermittelt ist, so sst sich mit gehöriger Sicherheit auch umgekehrt aus diesen blesungen auf die zugehörige Geschwindigkeit des Stromes hliessen.

Häufigere Anwendung als die eben erwähnten Apparat
der Stromquadrant Fig. 80 gefunden, dessen Gebrauch n
lich zur Messung der Geschwindigkeiten in der Nähe der
fläche recht bequem ist, wiewohl auch für ihn die Beme
über die Reduction des Stosses auf die Geschwindigke
Wassers gelten muss. In dem Mittelpunkte eines Quad
wird an einem dünnen Faden eine Kugel angehängt, welch
Stosse des Wassers ausgesetzt ist. Ausserdem ist der Q
mit einem Lothe versehen, welches nicht ins Wasser heral
das also zur Controlirung der Aufstellung des Apparates
Nimmt man an, wie dieses gewöhnlich geschieht, dass der
dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sei, so find
leicht, dass diese Geschwindigkeit wieder der Quadratwurz
der Tangente des Winkels, den der Faden mit dem Lothe
proportional sein muss. Unter der eingeführten Vorauss
darf man nur eine Beobachtung anstellen, um den constanten
zu finden, und wenn dieser bekannt ist, so lässt sich lei
jeder beobachteten Neigung des Fadens die zugehörige Ges
digkeit berechnen. Eytelwein hat durch mehrere Beobach
nachgewiesen *), dass für kleinere Geschwindigkeiten die V
ziemlich genau mit der Rechnung übereinstimmen: damit al
Neigung des Fadens gegen das Loth nicht zu gross wird
pfiehlt derselbe bei grösseren Geschwindigkeiten hohle Metall
zu benutzen, deren Gewicht etwa viermal so gross, als d
verdrängten Wassers ist, während bei kleineren Geschwindi
Elfenbeinkugeln gebraucht werden sollen.

Wenn man mittelst dieses Instrumentes die Geschwindi
in einiger Tiefe unter der Oberfläche messen will, so ste
der grosse Uebelstand ein, dass der Faden durch das d
stossende Wasser gekrümmt wird, wie in der Figur ang
ist: und in diesem Falle liest man den Neigungswinkel des
grösser ab, als er sein würde, wenn die Kugel an seiner
Linie befestigt wäre. Die Krümmung des Fadens nimmt a
grössere Tiefen immer zu, man gelangt daher durch diese B
tungen zu dem Resultate, dass die Geschwindigkeit des V

*) Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die B
betreffend. 1799. II. Seite 53 ff.

Strome mit der Tiefe wächst. In der That haben die Mes-gen mit dem Stromquadranten dazu beigetragen, dass diese ge Ansicht, welche namentlich von den ältern Italienischen ehrten aufgestellt war, um so leichter Eingang fand, als sie durch die Erfahrung zu bestätigen schien.

Ich komme nunmehr zur Beschreibung eines Instrumentes, ches sehr häufig angewendet ist, und in Frankreich auch noch fältig benutzt wird. Dieses ist die Pitotsche Röhre, die sentlich in ihrer ursprünglichen Gestalt so einfach war, wie n ein anderer Apparat, der zum messen der Geschwindigkeit nen kann. Fig. 81 *a* zeigt die Anordnung, welche Pitot wählte *), er die Geschwindigkeit des Stromes unter einer Brücke beobach-wollte. Die Schwimmer, die er sonst benutzt hatte, waren r nicht brauchbar, indem sie nur ein Resultat gaben, wenn sie en gewissen Weg zurücklegten, hier aber kam es darauf an, einem bestimmten Punkte die Messung vorzunehmen. Eine asröhre, welche an beiden Enden offen, und unten im rechten nkel gebogen war, bildete den ganzen Apparat. Dieses umge-gene Ende wurde nämlich dem Strome entgegengekehrt, während längere Schenkel senkrecht gestellt war. Der Druck des strö-nden Wassers erhob das Wasser in der Röhre und die Differenz s Wasserspiegels in derselben gegen den äussern bezeichnete Stärke der Strömung. Lässt man alle Nebenumstände unbe-cksichtigt, so ist die Theorie dieses Instrumentes höchst einfach. e Erhebung des Wasserspiegels in der Röhre über das äussere asser würde, wenn die Strömung nicht stattfände, sogleich ein sfliessen des Wassers veranlassen und zwar würde dieses mit rselben Geschwindigkeit erfolgen, welche ein Körper beim freien rabfallen von derjenigen Höhe erlangt, welche der erwähnten iveaudifferenz gleich kommt. Diese Geschwindigkeit wird aber vorliegenden Falle vollständig aufgehoben, und dieses kann nur schehn, wenn das horizontal dagegen strömende Wasser eine iche Geschwindigkeit hat, denn nur in diesem Falle ist der uss des Wassers von beiden Seiten gleich gross. Das Wasser igt also in der Pitotschen Röhre zu derjenigen Höhe über das ssere Wasser, welche als Fallhöhe der Geschwindigkeit des

*) *Mémoires de l'Academie*. 1732.

Stroms entspricht. Hiernach würden z. B. die Geschwindigkeiten der Strömung von 1, 2, 3 und 4 Fuss sich durch eine Erhebung des Wasserstandes in der Röhre von resp. $2\frac{1}{3}$, $9\frac{1}{4}$, $20\frac{3}{4}$ und 36 Linien zu erkennen geben.

Auf die Sicherheit der Beobachtung haben jedoch manche fremdartige Einwirkungen einen bedeutenden Einfluss, und ausserdem ist die Ablesung, insofern sie unmittelbar über dem Wasserspiegel des Stroms stattfinden muss, höchst unbequem, namentlich da die Grössen, welche man messen soll, bei geringen Geschwindigkeiten sehr unbedeutend bleiben und unter diesen Umständen kaum wahrzunehmen sind. Der Einfluss der Capillar-Attraction der Röhre lässt sich in stehendem Wasser leicht ermitteln, und sonach für jede Beobachtung in Abzug stellen, wobei aber auf die etwa stattfindende Verschiedenheit der Weite der Röhre Rücksicht genommen werden muss. Weit wichtiger sind jedoch andere Umstände, welche eine verschiedene Erhebung des Wasserspiegels in der Röhre bedingen, und welche in der Richtung des vorbeiströmenden Wassers, sowie auch vielleicht in manchen Hindernissen der Bewegung ihren Grund haben. Dubuat verband die Glasröhre mit einem Gefässe, dessen breite Seite mit einer grossen Anzahl von Oeffnungen versehen war*), wie Fig. 81 *b* zeigt. Diese Seite wurde dem Strome entgegengekehrt, und je nachdem die verschiednen Oeffnungen geschlossen oder frei waren, erhob sich das Wasser zu verschiedenen Höhen in der Röhre. Im Allgemeinen stellte sich das Gesetz heraus, dass die Oeffnungen in der Nähe des Randes den Wasserstand in der Röhre verminderten, und dagegen die mittlern Oeffnungen ihn erhoben. Wenn alle Oeffnungen frei waren, erhob sich das Wasser auf 2 Zoll $7\frac{1}{2}$ Linien. Am tiefsten sank es, wenn die unterste Oeffnung in der Mitte allein offen blieb: seine Erhebung betrug alsdann nur noch 2 Zoll 3 Linien. Es erreichte aber den höchsten Stand, nämlich von 3 Zoll 5 Linien, wenn alle Oeffnungen mit Ausnahme der mittlern geschlossen wurden. Dubuat gelangt durch diese und einige ähnliche Versuche zu dem Resultat, dass man, um eine recht starke Erhebung des Wasserspiegels einzuführen, den untern Schenkel der Röhre konisch erweitern und mit einer Platte schliessen

---

*) *Principes d'hydraulique* II. pag. 443. ff.

s, welche in ihrer Mitte mit einer feinen Oeffnung versehn In diesem Falle erreicht der Wasserstand in der Röhre nach uats Untersuchung nicht nur die Höhe, welche der Geschwineit entspricht, sondern übertrifft dieselbe noch um die Hälfte. uf gründet er die Regel, dass man von der beobachteten endifferenz zuerst den dritten Theil abziehn, und alsdann die hörige Geschwindigkeit berechnen müsse. Diese Aenderung Apparates gewährt noch den wesentlichen Nutzen, dass das ser in der Röhre nicht mehr so stark schwankt, sondern lich unverändert seinen Stand behält.

Fig. 81 c zeigt endlich das Instrument in derjenigen Eintung, die Mallet demselben gab, und wie es heut zu Tage öhnlich in Frankreich benutzt wird *). Eine blecherne Röhre 5 bis 6 Fuss Länge und 2 Zoll Weite ist am untern Ende r einem rechten Winkel gebogen und läuft hier konisch aus, dass die Oeffnung in der Spitze 1 Millimeter oder nahe ½ Linie Durchmesser hält. In der Röhre befindet sich ein Schwimmer, sen Stiel mit einer Eintheilung versehen ist, welche eine beme Ablesung in einer angemessnen Höhe gestattet. Man taucht Röhre bis zu derjenigen Tiefe, in welcher man die Geschwinkeit messen will, senkrecht ein, und indem es darauf ankommt, s der untere Schenkel ganz genau gegen den Strom gekehrt , in welchem Falle grade das Wasser in der Röhre am höchn steigt, so dreht man sie langsam um ihre verticale Achse und bachtet dabei den Stand des Schwimmers: das Maximum sei- Höhe ist die gesuchte Grösse. Damit man aber eine noch ssere Höhendifferenz erhält, und zugleich der Mühe überhoben d, die Höhe des äussern Wasserstandes ganz scharf zu messen, wird nach der erwähnten Operation sogleich der kurze Schenkel mabwärts gekehrt und wieder durch langsame Drehung das imum der Höhe des Schwimmers gemessen, wobei man jedoch r sorgsam darauf achten muss, dass die Röhre weder gehoben h gesenkt wird. Bei der letzten Stellung des Apparates sinkt Wasser in der Röhre eben so tief unten den äussern Wasseregel, als es früher darüber stand. Die Differenz zwischen dem

*) *Genieys, essai sur les moyens de conduire, d'élever et de ribuer les eaux.* Paris 1829, pag. 72.

gefundnen Maximum und Minimum ist also doppelt so gros die Erhebung des Niveaus in der Röhre sonst zu sein Der Einfluss der Capillar-Attraction wird bei dieser Beobach art ganz beseitigt. Ein allgemein gültiger Coefficient zur tion der beobachteten Höhe auf die der Geschwindigkeit e chende Fallhöhe lässt sich indessen nicht darstellen, wie dieses vermuthete, und sonach ist es nothwendig, für Instrument dieser Art denselben durch besondere Versuc ermitteln.

Endlich erwähne ich noch des Brüningschen T meters, oder desjenigen Apparates, welcher von Brünings geben und in Holland zur Messung der Wassermenge des vielfach benutzt ist. Fig. 82 stellt denselben dar *): er sti Wesentlichen mit der hydrometrischen Schnellwage überei aber vor derselben, wie vor den meisten andern Apparat wichtigen Vorzug, dass man die Geschwindigkeiten in ve denen Tiefen derselben Perpendiculäre unmittelbar nach e messen kann, ohne dass man, wie es sonst nothwendig i Instrument jedesmal herausnehmen muss, um die Ablese bewirken. Eine kupferne quadratische Scheibe von 6 Zo empfängt den Stoss des Wassers: ein gleichfalls kupferne derselben von quadratischem Querschnitt liegt in entsprec Löchern zweier Halter, so dass er sich leicht vor- und schiebt. Am hintern Ende ist dieser Stiel mit einem a gekehrten Arme versehn und von hier geht eine Leine üb Rolle bis zum obern Theile des Apparates, wo der Beo die Spannung der Leine, welche mit dem Druck des W gegen die Scheibe übereinstimmt, an einer Schnellwage Will man die Geschwindigkeit in einer andern Tiefe mess dreht man die in der Figur angegebene Curbel: dieselbe einem Getriebe verbunden, welches in eine gezahnte eiserne eingreift. Die letzte befindet sich in der Achse des Pfahles ihrem untern Ende ist die erwähnte Scheibe mit ihren

*) Verhandeling over de Snelheid van stroomend Water d Brünings. In den Abhandlungen der Holländischen Societät. — Kröncke hat 1798 die Schrift ins Deutsche übersetzt, auch sich in Woltmans Beiträgen Band III. ein sehr vollständiger aus derselben.

der Rolle befestigt: alle diese Theile folgen daher jedesmal Bewegung der Stange. Die Leine muss dabei nach Maass- der grössern oder geringern Tiefe verlängert oder verkürzt en. Nach den Resultaten, welche Woltman über diesen sehr licirten Apparat mittheilt, darf man seine Brauchbarkeit nicht weifel stellen, nichts desto weniger scheint es, dass kaum in d einem der vorher beschriebenen Apparate die Reibung und re zufällige Umstände einen so grossen Einfluss auf die Re- te behalten, als grade bei diesem.

Aus den an verschiedenen Stellen desselben Querprofils an- llten Geschwindigkeits-Messungen kann man die mittlere chwindigkeit und die ganze durchfliessende Wasser- ge berechnen. Man findet die erstere unmittelbar durch das metische Mittel aus allen einzelnen Geschwindigkeiten, wenn Beobachtungen ganz gleichmässig über die Fläche des Profils heilt waren. Gewöhnlich ist dieses nicht der Fall, und man t alsdann zunächst für jede einzelne Section, oder für jede endiculäre, worin Messungen angestellt sind, die betreffende lere Geschwindigkeit zu suchen. Hierbei darf man wieder dann das arithmetische Mittel nehmen, wenn die Beobach- spunkte gleiche Abstände von einander haben, und sich über ganze Länge des Perpendikels gleichmässig vertheilen. Findet es nicht statt, so muss man auch die Höhe, welche zu jeder lnen Beobachtung gehört, berücksichtigen. Man theilt näm- die ganze Länge der Perpendiculäre in so viel einzelne ile, als Beobachtungen darin angestellt sind, und zwar wählt die Eintheilung so, dass die Beobachtungspunkte möglichst die Mitte der zugehörigen Theile treffen. Alsdann ergiebt für jede einzelne Section die mittlere Geschwindigkeit, wenn die Höhe jedes Theiles mit der gemessnen Geschwindigkeit tiplicirt, und die Summe dieser Producte durch die ganze fe dividirt. Multiplicirt man ferner diese mittlere Geschwin- keit mit der Fläche der Section, so erhält man die zugehörige ssermenge, und die Summe aller ähnlichen Producte giebt die ze gesuchte Wassermenge.

Es ist leicht begreiflich, dass die Berechnung der mittlern chwindigkeit für jede Section bei diesem Verfahren überflüssig . Man gelangt unmittelbar, und wenn die Beobachtungs-

punkte sehr ungleichmässig vertheilt sind, auch sicherer Resultate, wenn man alle Beobachtungspunkte in das Profil trägt, und dieses in eine gleich grosse Anzahl von Theilen legt, so dass die Beobachtungspunkte immer möglichst in Mitte eines Theiles fallen. Alsdann ergiebt sich die Wassermenge aus der Summe aller einzelnen Geschwindigk multiplicirt in die Fläche jedes zugehörigen Theiles. Die lere Geschwindigkeit für das ganze Profil findet man wenn man die Wassermenge durch den Flächeninhalt dividirt.



Neunter Abschnitt.

wegung des Wassers in Strömen.

§. 63.

Ursache der Bewegung.

Die Schwierigkeiten, welche sich bei der Untersuchung der Bewegung des Wassers in Röhren zu erkennen geben, wiederholen sich, und vermehren sich sogar, wenn man die Bewegung des Wassers in Strombetten oder überhaupt in offnen Leitungen verfolgt. Im ersten Falle war der Querschnitt des durchfliessenden Wasserprismas oder Wassercylinders an jeder Stelle mit dem der Röhre übereinstimmend und folglich bekannt: hatte diese überall eine gleiche Weite, so stellt sich sogar auf die ganze Länge der Röhre eine gleich grosse mittlere Geschwindigkeit ein. Dazu kam noch der günstige Umstand, dass die regelmässige Form der Röhre, die fast immer cylindrisch ist, und ihre vollständige Anfüllung mit Wasser, den Widerstand gleichmässig auf den ganzen Umfang vertheilt, so dass die obere Decke genau in derselben Art einwirkt, wie die Sohle der Röhre.

Bei offnen Wasserleitungen sind die Verhältnisse wesentlich verschieden: hier bildet sich eine freie Oberfläche, d. h. das Wasser füllt die Leitung an jeder einzelnen Stelle bis zu einer solchen Höhe an, wo der Druck, wie er sich auf das Piezometer zu erkennen geben würde, gleich Null ist. Dieses findet nach dem Bernouillischen Lehrsatze *) in dem Falle statt, wenn die Geschwindigkeit des Wassers der Druckhöhe entspricht. Die Druckhöhe wird gemessen durch die Differenz des Wasserspiegels an der untersuchten Stelle, gegen irgend eine andere oberhalb belegene, von welcher man annimmt, dass sie den Druck verursacht.

Zur Vermeidung von Missverständnissen müssen hierbei manche Umstände noch näher erklärt werden. Dahin gehört zunächst,

---

*) Theil I. pag. 223.

dass man den **Widerstand**, den das Wasser bei seiner Be-
gung erfährt, nicht unberücksichtigt lassen darf. Wollte man
demselben abstrahiren, so würde man zu dem Resultate gelan
dass die Geschwindigkeit im Verhältniss zum Quadrate der Niv
differenz gegen das Speisebasin fortwährend zunehmen mi
wie Galiläi dieses wirklich ausgesprochen hat. Der Widers
consumirt indessen fortwährend wenigstens einen Theil der
schleunigung, welche dem Wasser als einem schweren Kö
beim Herabfallen ertheilt wird. Gewöhnlich wird letztere
aufgehoben und sehr häufig genügt sie noch nicht zur Darstel
derjenigen lebendigen Kraft, welche zur Ueberwindung der Wi
stände erforderlich ist: alsdann wird hierzu noch ein Theil
Geschwindigkeit, womit das Wasser ankommt, verwendet,
der Strom fliesst an einer Stelle langsamer, als er oberhalb
Dieser Fall ereignet sich jedesmal unterhalb der sogenan
Stromschnellen oder derjenigen Stellen, wo die Geschwindi
besonders gross ist, und wo eben diese grosse Geschwindi
bei Ueberwindung der Widerstände einen ungewöhnlichen Ve
an lebendiger Kraft verursacht. Die der Geschwindigkeit
sprechende Druckhöhe oder die sogenannte Geschwindigkeits
ist daher für eine gewisse Stelle *B* im Strome gleich der Su
aus der Druckhöhe, welche der Geschwindigkeit an einer an
oberhalb belegenen Stelle *A* entspricht, und aus der Niveaudiffe
zwischen *A* und *B* nach Abzug derjenigen Druckhöhe, welche
Ueberwindung der Widerstände auf dieser letzten Stromstr
consumirt wird. Wenn die Beschleunigung, welche aus der
wähnten Niveaudifferenz entspringt, vollständig durch die Wi
stände vernichtet wird, so dass das letzte Glied gleich Null
so bleibt die Geschwindigkeit in *B* eben so gross, wie sie i
war, und man nennt in diesem Falle **die Bewegung** des W
sers **gleichförmig**.

Bei einer solchen gleichförmigen Bewegung ist die Nivea
ferenz zwischen beiden Stellen *A* und *B*, welche das Maass
lebendigen Kraft angiebt, den Widerständen auf der zwischenlie
den Stromstrecke gleich und wenn das Bette eine regelmässige F
hat, so kann man annehmen, dass die Widerstände auf die g
Länge gleichmässig vertheilt sind: hieraus folgt, dass in di
Falle auch die Niveaudifferenzen den Längen des Stromla

ortional sein müssen, oder dass für die ganze Strecke, wo gleichförmige Bewegung stattfindet, das relative Gefälle tant ist. Der Abstand des oberhalb belegenen Profiles *A*, von hem aus die Druckhöhe gemessen wurde, ist sonach in diesem e gleichgültig, und es kommt nicht mehr auf das absolute, lern auf das relative Gefälle des Stromes an.

Wenn dagegen das Wasser nicht gleichförmig, sondern mit hleunigter oder verzögerter Geschwindigkeit fliesst, so lässt in offnen Leitungen eine unmittelbare Uebertragung des acks auf messbare Entfernungen nicht annehmen. In Röhrenngen giebt sich eine solche freilich, und selbst auf grosse fernungen oft sehr auffallend zu erkennen, so z. B. werden springenden Strahlen durch den unmittelbar übertragenen Druck vorgebracht, und dieselben verlieren sehr wenig an Sprunghöhe, n das hochgelegene Speisebassin auch ziemlich weit abliegt. freie Oberfläche der offnen Leitungen veranlasst dagegen, dass e einzelne Stelle, welche man als Speisebassin ansehn will, Druck nicht unvermerkt durch die nächste Stelle der Leitung setzen kann, wie dieses in einer Röhre geschieht, sondern sie t gleich in dieser Stelle den Wasserspiegel so hoch, dass sich elbst ein gleicher Gegendruck darstellt. In dieser Weise ist Druck, der in jedem einzelnen Profile stattfindet, aus der eaudifferenz gegen das nächst vorhergehende gegeben, oder da n diese unendlich kleinen Grössen nicht mehr absolut, sondern e vergleichungsweise messen kann, so wird er wieder durch relative Gefälle bezeichnet.

Betrachtet man zwei Querschnitte in einem Strome, die so he neben einander liegen, dass sich noch eine unmittelbare bertragung des Drucks zwischen denselben denken lässt, so es zunächst klar, dass dieser Druck gegen den zweiten Quernitt sich nicht nur in der Oberfläche darstellen wird, sondern ss er auch in jeder beliebigen Tiefe unverändert derselbe bleien muss, weil die Niveaudifferenz zwischen je zwei Wassersäulen, e von der einen und der andern Seite gegen jeden tiefer liendien Punkt in einer beliebigen Section des Querschnitts drücken, leich gross ist. Wenn also die beiden angenommenen Quere oben durch horizontale Linien begrenzt sind, so üben ihrer ganzen Ausdehnung auf gleiche Flächen, z. B. von

1 Quadratfuss Grösse, einen vollkommen gleichen Druck gegen einander aus. Dieser Druck kann auf zwei verschiedene Arten sich äussern, nämlich entweder bewirkt er eine *vermehrte Geschwindigkeit* des Wassers, falls die Beschleunigung grösser ist, als die Widerstände an dieser Stelle, und falls das Strombette weiter unterhalb so beschaffen ist, dass das Wasser leicht abfliessen kann. Findet dagegen der freie Abfluss in der folgenden Strecke ein Hinderniss, so verursacht der Druck des ersten Profils gegen das zweite in dem letzten ein *Steigen des Wassers* bis zu einer entsprechenden Höhe, wodurch das früher bestandene relative Gefälle vermindert wird. Diese letzte Erscheinung setzt irgend eine Aenderung, entweder im Strombette oder im Zuflusse, voraus. Sie kann im *Beharrungsstande* des Stromes nicht eintreten, derselbe stellt vielmehr die bereits erfolgte Ausgleichung des Druckes oder des Gefälles gegen die Geschwindigkeiten dar. Aenderungen der Geschwindigkeit können indessen auch in diesem Zustande vor sich gehen, wenn man den Weg betrachtet, den das Wasser durchfliesst: an jeder einzelnen Stelle dieses Weges muss die Geschwindigkeit aber constant sein, sobald der Zufluss und alle Umstände, welche die Strömung bedingen, unverändert bleiben.

Auf die erwähnte Weise findet auch in der Untersuchung der offnen Leitungen und der Ströme der Bernouillische Satz seine Anwendung: er bedingt eine gewisse Beziehung zwischen der Beschleunigung und der Erhebung des Wasserspiegels oder dem Gefälle. Die Widerstände, welche indessen hierbei von Einfluss sind, und welche die Beschleunigung, sowie die frühere Geschwindigkeit des Wassers aufheben, stellen sich so complicirt dar und sind ihrer Natur nach bis jetzt so unbekannt geblieben, dass es unmöglich ist, ihre Wirkungen speciell zu verfolgen oder dieselben a priori anzugeben. Diese Untersuchung zeigt nur, dass die grössere Geschwindigkeit im Strome mit dem stärkeren Gefälle zusammenfallen muss, und umgekehrt, was die Erfahrung auch wirklich bestätigt.

Dass die Gestaltung des Strombettes den wesentlichsten Einfluss auf die Bewegung des Wassers ausübt, ist an sich klar, man darf aber nicht annehmen, dass das Gefälle des Stroms, als das *Gefälle im Wasserspiegel*, dem Abhange des Bett

rall entsprechen sollte. Wenn man die ganze Länge des mlaufes betrachtet, wird freilich durch die Angriffe des Was- gegen den Boden, sowie durch die Ablagerungen, die an tiefsten Stellen erfolgen, das eine sich nahe genug eben so ss, wie das andere herausstellen. Auf den einzelnen Strom- cken zeigen sich aber sehr häufig die wesentlichsten Ver- iedenheiten, und das Strombette liegt oft ganz horizontal, oder gt wohl gar in der Richtung der Strömung an, während der sserspiegel beständig in dieser Richtung geneigt sein muss, l sonst die Strömung zugleich mit dem Drucke aufhören würde. r in Folge sehr heftiger Wasserstürze bilden sich zuweilen mittelbar unter denselben einzelne Wellen, in deren gegen den om gekehrten Fläche das Gefälle negativ wird. Bei kleineren ssen und namentlich neben Freigerinnen sieht man dieses zu- llen: bei grösseren Strömen kommt es wohl nie vor. Wenn er durch die Einwirkung der Fluth oder in Folge heftiger rme vor den Ausmündungen der Ströme der Wasserspiegel r See gehoben wird, und auf diese Art das Gefälle strom- wärts geneigt ist, so bildet sich auch sogleich eine entgegen- setzte Strömung, und der Strom fliesst auch in diesem Falle eder in derselben Richtung, welche der Abhang des Wasser- iegels bedingt. Dieses Zurückströmen erfolgt soweit strom- wärts, als das Gefälle umgekehrt ist: wo der Wasserspiegel rizontal ist, hört auch die Strömung auf und oberhalb dieser elle ist das Gefälle und zugleich der Strom nach der See ge- hrt. Die besonderen hierbei eintretenden Umstände sollen später seinander gesetzt werden, die Erscheinung wird hier nur dess- lb erwähnt, um zu zeigen, dass sie keine Ausnahme von der lgemeinen Regel macht, und dass die Richtung und Stärke des troms unter allen Umständen von dem Gefälle des Wasser- piegels abhängt.

Wenn das Strombette an einer Stelle stark geneigt ist, weiter nterhalb aber wieder ansteigt, so kann das Wasser nicht früher bfliessen, als bis es den Rücken an der letzten Stelle erreicht t: es muss also ganz unabhängig von der Neigung des Bettes d von der Geschwindigkeit, womit es ankommt, sich so lange der Vertiefung ansammeln, bis es über jene Höhe überfliessen nn. Hierbei ereignet es sich gewöhnlich, dass diese Vertiefung

auch nach der Breite weit ausgedehnt ist, wodurch sich ein
bildet. Beim Durchgange durch Seen verliert der S
seine Geschwindigkeit beinahe ganz. Die mittlere Geschwindi
ist umgekehrt der Grösse des Profils proportional, wenn
das Profil des Sees in der gegen die Strömung normalen Ric
gemessen, im Vergleich zum frühern Profile des Stromes u
hältnissmässig gross ist, so wird die Geschwindigkeit unme
klein ausfallen und zugleich das Gefälle verschwinden.
Verminderung der Geschwindigkeit beim Eintritt des Stro
den See, oder überhaupt in ein weiteres Bette, muss jedesm
einem grossen Verluste an lebendiger Kraft verbunden sein
die in jeder Secunde abgeführte Wassermenge an beiden S
gleich gross, ihre Geschwindigkeit aber sehr verschiede
Dieser Verlust an lebendiger Kraft erfolgt in solchem Falle k
wegs allein durch die Widerstände, welche die Seitenwänd
die Sohle des Bettes verursachen, denn diese würden nich
nügen, um die mittlere Geschwindigkeit, soweit es hier erfor
ist, zu reduciren. Es müssen daher noch andere Umständ
treten, die diesen Erfolg herbeiführen, und als solche kan
nur die innern Bewegungen ansehn, die im Wasser
vorkommen und die gerade in diesem Falle sich sehr auff
zu zeigen pflegen.

Das Wasser besitzt, wie schon früher erwähnt worden
starke Adhäsion: ein Wasserfaden, der in Bewegung ist,
daher die nächstliegenden mit sich fort, so dass an der
wo die letzteren sich befanden, eine Senkung des Wassers
erfolgt. Dadurch bildet sich wieder ein Gefälle in entgegenge
Richtung, und dieses veranlasst das Wasser von der ander
her an dieselbe Stelle hinzuströmen, wo es vom Hauptstrom
gleich gefasst und aufs Neue fortgeführt wird. Die Wi
welche unter solchen Verhältnissen sich bilden, sind imm
so heftiger, je grösser die Differenz der mittleren Geschwin
in dem ober- und unterhalb belegenen Profile ist. Im Unter
der Freiarchen und der natürlichen Wasserfälle, wo sich gew
eine grosse Verbreitung und Vertiefung des Bettes in Folg
heftigen Wassersturzes gebildet hat, zeigen sich diese Wirb
sonders auffallend. Sie geben sich indessen bei jedem ström
Wasser zu erkennen, und die Ursache ihrer Entstehung

alsdann darin suchen, dass niemals eine ganz gleichmässige
egung im Wasser stattfindet und vielmehr in jedem Profile
verschiedenartige Geschwindigkeiten, wie auch ganz ver-
edene Richtungen der Bewegung vorkommen. Die Wider-
de, welche die Beschleunigung aufheben und welche das Wasser
t diejenige Geschwindigkeit annehmen lassen, die ihm in Folge
es Falles nach den Gesetzen der Mechanik zukömmt, darf
daher keineswegs ausschliesslich in einer gewissen Einwir-
g des Flussbettes suchen, die man sich als Reibung oder auf
re Weise denkt, sondern ausserdem zerstört sich die lebendige
ft auch im Innern des Stroms selbst durch die hier statt-
enden Bewegungen, die immer aufs Neue entstehen und sich
ufhörlich gegenseitig zerstören. Einen sehr sichern Beweis
die Richtigkeit dieser Ansicht giebt die schon oben erwähnte
cheinung, dass grosse mit dem Strome schwimmende Massen,
Schiffe, sich schneller als das Wasser bewegen. Das Gewicht
Schiffes stimmt genau mit demjenigen der Wassermasse überein,
es verdrängt hat: denkt man also, dass nebeneinander ein
iff und eine gleich schwere Wassermasse von derselben Form
abtreiben, so ist die Beschleunigung ebenso, wie der Wider-
nd, den beide erfahren, ganz gleich, wenigstens kann man wohl
ht annehmen, dass das Schiff weniger Widerstand, als das
sser erfahren sollte, und nichts desto weniger eilt das Schiff
esmal dem Wasser voran. Der Grund davon kann nur in dem
stande liegen, dass das Schiff die lebendige Kraft, welche es
im Herabgleiten von der Ebene erhält, vollständiger conservirt,
das Wasser, und die stärkere Kraftconsumtion des letztern
sst sich nur durch die innern Bewegungen erklären. Die Er-
hrung zeigt auch in der That, dass gerade an den Stellen, wo
ese innern Bewegungen am grössten werden, wie z. B. unterhalb
ner Stromschnelle, der Unterschied der Geschwindigkeit sich am
ffallendsten darstellt, und das Schiff, obgleich es nur vom Strome
trieben wird, sich hier sehr scharf und sicher steuern lässt.

Durch die erwähnten innern Bewegungen wird der ganze
pals, den das Wasser durch den Sturz erhielt, schnell zerstört:
n sieht bald unterhalb solcher Stellen das Wasser ruhig und
nft abfliessen. Die Geschwindigkeit des Stroms ist daher von
n Gefälle der oberhalb belegenen Stellen nur in sehr geringem

Maasse abhängig, und wird vielmehr beinahe ausschliesslich d das Gefälle bedingt, welches an derjenigen Stelle stattfindet man gerade die Geschwindigkeit untersucht.

Es ergiebt sich aus dem Angeführten, dass die ganze Wa masse, welche sich gleichzeitig in einem Profile befindet, ke wegs gleichmässig und in paralleler Richtung sich fortbe Besonders an den Stellen, wo das Strombette plötzlich seine oder Tiefe verändert, stellen sich sehr verschiedene schwindigkeiten und oft in gerade entgegengesetzter Ric in demselben Querschnitt ein. Vor den Köpfen eines in den Strom reichenden Einbaues bildet sich eine heftige Strö an welcher die ihr zur Seite befindliche, eingeschlossene Wa masse nicht weiter Theil nimmt, als dass sie da, wo der sie berührt, fortgerissen wird und auf solche Weise in dre Bewegung kommt, so dass neben dem Ufer das Wasser auf fliesst oder einen sogenannten Widerstrom bildet. Wenn daher, wie es immer geschieht, nur die mittlere Geschwind für jedes gewählte Profil betrachtet, so fasst man die Verhäl ganz unpassend auf, und es ist durchaus nicht zu erwarten, man auf diesem Wege zu allgemein gültigen und richtigen sultaten gelangen sollte. Nur wenn das Bette sehr regelm gestaltet und von allen plötzlichen Verengungen oder Erweiter frei ist, darf man hoffen, zu Resultaten zu gelangen, die ei maassen übereinstimmen. Dieses ist gerade der Fall, auf w die Theorie der Bewegung des Wassers in Strombetten sic ausschliesslich beschränkt. Bevor ich dieselbe mittheile, s es aber nöthig, über die Verminderung der Geschwindigk der Tiefe zu sprechen, weil dieselbe wenigstens den Beweis l dass nicht die inneren Bewegungen allein die lebendige zerstören, sondern auch die Wände und die Sohle des Strom die Bewegung hindern. Diese letzte Untersuchung würde, sie zu sichern Resultaten geführt hätte, den wesentlichen Vo gewähren, dass man aus der an der Oberfläche gemessnen schwindigkeit in irgend einer Section und aus der Tiefe Section deren mittlere Geschwindigkeit finden könnte.

§. 64.

Mittlere Geschwindigkeit.

Die Versumpfungen, welche der Po mit seinen Nebenflüssen er Nähe der Ausmündung in das Adriatische Meer verursachte, te schon sehr frühe die Aufmerksamkeit der Italiänischen Geten auf die Bewegung des Wassers in Strömen. Wie geringe ssen die Resultate dieser Untersuchungen in wissenschaftlicher iehung auch blieben, so bestätigten sie wenigstens Lorgna's sserung, dass theoretische Speculationen zu nichts führen nen, so lange man gezwungen ist, immer von unbegründeten ganz willkührlichen Voraussetzungen auszugehn: man müsse rst durch Beobachtungen das wahre Sachverhältniss aufklären. der spätern Behandlung desselben Gegenstandes hat man diesen ten Weg in der That gewählt, und wie wenig auch die bis t aufgefundenen Gesetze über die Bewegung des Wassers in en Betten als vollständig und selbst als sicher angesehn werden fen, so gewähren sie doch einigen Anhalt und stehen wenigstens ht in directem Widerspruche mit den Erfahrungen.

Bei jenen älteren Untersuchungen kam es vielfach darauf an, Wassermenge der Ströme kennen zu lernen. Hierzu war es thig, die Geschwindigkeiten zu ermitteln, und ein grosser Theil r oben (§. 62) beschriebenen Instrumente wurde bei dieser Geenheit erfunden. Insofern dieselben indessen zum Theil nur der Oberfläche benutzt werden konnten, und andrerseits solche essungen sehr mühsam und zeitraubend ausfallen, wenn man jedem Profile an einer grossen Anzahl von Punkten die Gehwindigkeit bestimmen will, so lag die Frage sehr nahe, ob e Geschwindigkeit durchweg dieselbe sei, oder nach welchem setze sie von der Tiefe abhänge. Vielfache Hypothesen rden hierüber gemacht, deren Anzahl bis auf die neueste Zeit ch immer durch andere vermehrt ist.

Castelli hat sich durch Versuche davon überzeugt, dass im Ausfluss des Wassers aus Gefässen die Geschwindigkeit der ten Potenz der Druckhöhe proportional sei. Offenbar beruhte ses Resultat auf einem Irrthume, derselbe wurde aber dadurch h vergrössert, dass Castelli den Unterschied zwischen dem en Abfluss des Wassers aus einem Gefässe, und der Bewegung

im Strome ganz unbeachtet liess, und dieses Gesetz unmitte auf den letzten Fall anwandte. Man kann ohne Zweifel j beliebig angenommenen Querschnitt im Strome als Seitenw eines Gefässes ansehn, aber das Wasser strömt durch die (nungen in dieser imaginären Seitenwand nicht mehr frei sondern es tritt in das nächst unterhalb befindliche Wasser, erfährt von diesem einen Gegendruck, der für die tiefer liege Wasserfäden in derselben Art zunimmt, wie der Druck au stromaufwärts gekehrten Seite der Wand grösser wird. Die I renz beider ist sonach constant, oder von der Tiefe u hängig, und sie bedingt allein denjenigen Druck, der Beschleunigung verursachen kann.

Der zuletzt erwähnte Irrthum wurde lange Zeit hindurch bemerkt und auf die nächsten Theorien übertragen. Nac Torricelli gefunden hatte, dass die Geschwindigkeit des aus Gefäss ausfliessenden Wassers eben so gross sei, als wenn d von dem Wasserspiegel bis zur Ausflussöffnung frei herabgel wäre, oder dass die Geschwindigkeit des Strahles der Qu wurzel aus der Druckhöhe proportional sei; so übertrug Gug mini dieses Gesetz unmittelbar auf die Bewegung des Wa in Strömen, und nahm hiernach an, dass die Geschwindigkei Wassers von der Quelle des Stromes bis zu seiner Mün und an jeder einzelnen Stelle wieder von dem Wasserspieg zum Boden im Verhältnisse der Wurzel aus der ganzen Fal zunehme.

Dass der erste Theil dieser Voraussetzung unrichtig musste schon der Augenschein an jedem Flusse zeigen: Gr meinte daher, dass der Satz nur in Bezug auf die Zunahm Geschwindigkeit von der Oberfläche bis zur Sohle des S an jeder Stelle Anwendung finden könne, indem die fortwäh Vergrösserung der Geschwindigkeit, welche dem ganzen G zukommt, durch vielfache Hindernisse aufgehoben werde. Hie müssten an jeder beliebigen Stelle eines Stroms die Geschwi keiten in verschiedenen Tiefen sich wie die Quadratwurzel diesen Tiefen verhalten, oder indem durch dieselbe Bedin die Ordinaten einer Parabel gegeben werden, so sollten die schwindigkeiten, wenn man sie in der Richtung der Strö aufgetragen denkt, durch eine Parabel begrenzt werden. In ne

nennt man eine solche graphische Darstellung der verschie-
n unter einander vorkommenden Geschwindigkeiten eine Ge-
windigkeits-Scale.

Nach dieser Ansicht müsste die Geschwindigkeit des Wassers er Oberfläche gleich Null sein, was offenbar unrichtig war. ndi legte daher den Scheitel der Parabel in eine etwas grössere e, und zwar soweit über den Wasserspiegel, dass die in den- en fallende Ordinate der hier gemessnen Geschwindigkeit gleich le. Insofern man hierbei von den Beobachtungen über den n Ausfluss des Wassers aus Gefässen ausging, so war die bel für alle Fälle gegeben, nämlich ihr Parameter musste er $= 4 . g$ sein, und alle Geschwindigkeiten waren darnach ht zu berechnen, sobald man nur die Höhe des Scheitelpunktes nte. Letztere liess sich aber nach Grandi's Voraussetzung h leicht finden.

Zendrini versuchte es zuerst, aus den Beobachtungen die m der Geschwindigkeits-Curve herzuleiten: und bediente sich u des Strom-Quadranten. Dieses Instrument gab aber für ssere Tiefen wegen der stärkern Biegung des Fadens, wie on oben erwähnt worden, eine zu grosse Geschwindigkeit an. Resultat der Untersuchung war daher mit allen frühern Hypo- sen insofern übereinstimmend, dass eine Zunahme der Ge- windigkeit für grössere Tiefen dadurch bestätigt wurde. Das setz stellte sich indessen nicht so einfach dar, und Zendrini derte dasselbe nach spätern Messungen wieder ab, so dass es ils nicht als ganz sicher angesehn, theils aber auch deshalb ht angenommen wurde, weil die Anwendung desselben zu un- quem war.

Grandi's Annahme fand dagegen längere Zeit hindurch vollen uben. Frisi, der die verschiedenen vorerwähnten Theorien nhaft macht und seine Ansichten darüber ausspricht, erklärt h zuletzt mit Grandi ganz einverstanden, wiewohl er selbst den eifel andeutet, dass es nicht recht erklärlich sei, wie bei einer r geringen Geschwindigkeit in der Oberfläche die Strömung den untern Schichten, besonders bei grosser Tiefe, noch immer r stark bleiben könne, und sogar ohne allmählige Verminderung einem Male ganz aufhören solle, sobald die nach und nach minderte Geschwindigkeit in der Oberfläche gleich Null wird.

Es muss hierbei noch erwähnt werden, dass die von Grandi vorausgesetzte Zunahme der Geschwindigkeiten für grössere Tiefen, welche durch die Messungen mit dem Stromquadranten sich nicht gehörig bestätigen, bei Anwendung eines andern Instruments eine sehr auffallende Bestätigung fanden. Ich habe dieses Instrument früher nicht erwähnt, weil es zur Ermittelung der Geschwindigkeiten, womit das Wasser in dem Strome sich bewegt, ganz unbrauchbar ist und man nur in der Kindheit der Hydrotechnik den Einfall haben konnte, damit Geschwindigkeitsmessungen anzustellen. In der Geschichte der Wissenschaft ist es aber gerade wegen dieses Irrthums von Wichtigkeit, woher ich die Vorrichtung hier kurz beschreiben will. Es rührt von Nadi her, und wird die Nadische Flasche genannt. Es besteht aus einem Kasten von Blech, der an einer Seite mit einer Oeffnung versehn ist, durch welche das Wasser einströmt. Man kann diese Oeffnung durch Anziehn eines Drahtes willkührlich schliessen und frei machen, wenn auch der Kasten bis zu ansehnlicher Tiefe versenkt ist. Eine Röhre, die oben offen und unten mit dem Kasten verbunden ist, ist an der Decke desselben befestigt: sie dient theils zum Herablassen des Kastens, und ist von aussen mit einer Eintheilung in Fusse versehn, damit man daran die Tiefe der Einsenkung ablesen kann, anderntheils hat sie aber auch den Zweck, die Luft herauszulassen, welche sonst das Einströmen des Wassers verhindern würde. Der Gebrauch dieses Instruments ist folgender: man lässt es in diejenige Tiefe herab, wo man die Geschwindigkeit messen will, und richtet es so, dass die Einflussöffnung, die Anfangs geschlossen bleibt, dem Strome gerade entgegengekehrt ist. Sodann schiebt man mittelst des erwähnten Drahtes das Ventil von der Oeffnung fort und lässt während einer gewissen Zeit das Wasser einströmen. Diese Wassermenge wird alsdann durch Nachwiegen gemessen, und indem man die Grösse der Einflussmündung kennt, so lässt sich die Geschwindigkeit leicht finden, mit der das Wasser einströmte. Eine ganz unstatthafte Voraussetzung war es aber, dass diese Geschwindigkeit dieselbe sei, mit der sich das Wasser im Strome bewegt. Man hatte durch diesen Apparat offenbar denselben Fall dargestellt, als wenn das Wasser durch eine Oeffnung in der Seitenwand eines Gefässes ausströmte, und die Resultate mussten daher in beiden Fällen übereinstimmen. Die

tigkeit der Schlussfolge auf die Bewegung des Wassers im me wurde auch sogleich angefochten, und der Versuch, das rument in stehendes Wasser, oder bei strömendem Wasser ntgegengesetzter Richtung einzutauchen, so dass die Oeffnung mahwärts gekehrt war, zeigte bald durch die Uebereinstimmung Resultate in diesen verschiedenen Fällen, dass die Geschwindig- der Strömung im Flusse ganz ohne wahrnehmbaren Einfluss sei.

Mariotte wies im Anfange des vergangenen Jahrhunderts ch Beobachtungen nach, dass die Geschwindigkeit weit entfernt grösserer Tiefe zuzunehmen, sich im Gegentheile von der Ober- he nach der Sohle des Strombettes vermindere. Er kam zu sem Resultate, welches durch alle spätern Messungen bestätigt rden ist, indem er zwei Wachskugeln in ähnlicher Weise, wie g. 73 *b* zeigt, mit einander verband und sie zusammen in einem che von 3 Fuss Tiefe treiben liess. In die untere Wachskugel r ein Steinchen eingedrückt, welches ein hinreichendes Gewicht tte, um diese Kugel zum Sinken zu bringen: sie wurde in- ssen durch die andere Kugel gehalten, mit der sie mittelst eines dens von 1 Fuss Länge verbunden war. Der Bach, welcher a 3 Fuss Tiefe hatte, war so klar, dass man auch die untere gel noch deutlich sehen konnte, und es zeigte sich hierbei, e die untere in den regelmässigen Strecken immer zurückblieb, d die obere ihr am meisten voraneilte, sobald Gras oder andere rvorragende Gegenstände den Widerstand am Boden vermehrten. ur in dem Falle, wenn eine plötzliche Verengung des Bettes n der Seite eintrat und man ein Anschwellen der Oberfläche hrnehmen konnte, wie dieses bei engen Brücken der Fall war, blieb die obere Kugel zurück und die untere eilte derselben r*). Ueber diese letzte auffallende Erscheinung, die nach andern tersuchungen sich viel allgemeiner zeigt, soll später die Rede in. Nachdem auf solche Weise ein ganz anderes Sachverhältniss chgewiesen war, als man früher erwartet und wahrzunehmen glaubt hatte, konnte die Hypothese der Zunahme des Drucks grösserer Tiefe nicht länger als richtig gelten. Man sah es tt ein, dass der Druck, welchen ein Querschnitt des Stromes gen den nächst unterhalb liegenden ausübt, in allen Tiefen

*) *Mariotte traité du mouvement des eaux. Partie II. Discours* 3.

gleich gross sein müsse. Wenn aber eine verminderte Wirkung dieses Drucks, oder eine geringere Geschwindigkeit in der Tiefe eintrat, so liess sich der Grund davon nur in der Einwirkung des Bettes suchen, wie dieses auch Mariotte schon voraussetzte.

Pitot stellte mit seiner Röhre gleichfalls Geschwindigkeitsmessungen in verschiedener Tiefe an, und kam dabei zu demselben Resultate, dass nämlich dicht unter der Oberfläche (in der Oberfläche selbst gestattete dieses Instrument keine Messung) die Geschwindigkeit am grössten sei und von hier nach der Tiefe stätig abnehme. Auch unter Brücken fand Pitot dieses Gesetz noch gültig: er konnte keine Abnahme der Geschwindigkeit an der Oberfläche bemerken, wie solche Mariotte beobachtet hatte.

Als Dubuat seine wichtigen Beobachtungen über die Bewegung des Wassers anstellte und daraus die Grundsätze der Hydraulik herzuleiten versuchte, war es bereits eine ausgemachte Thatsache, dass in einer offnen Wasserleitung oder in einem Strome die Geschwindigkeit in der Oberfläche selbst, oder dicht unter derselben am grössten, und unmittelbar über der Sohle am kleinsten sei. Dubuat ging davon aus, dass die mittlere Geschwindigkeit oder das arithmetische Mittel aus allen verschiedenen, über einander liegenden Geschwindigkeiten, bei der ununterbrochenen Abnahme derselben, an irgend einer Stelle wirklich vorkommen müsse, und er stellte sich die Aufgabe, die Tiefe, in welcher die mittlere Geschwindigkeit jeder einzelnen Perpendiculäre liegt, zu finden oder vielmehr für ein gegebenes ganzes Profil die Lage des Punktes zu ermitteln, wo die mittlere Geschwindigkeit wirklich vorkommt. Eine sichere Beantwortung dieser Fragen würde ohne Zweifel für den Strombau sehr wichtig sein, weil dadurch die Wassermenge des Stroms durch eine einzige Geschwindigkeitsmessung sich finden liesse. Eine allgemein gültige und einfache Regel zur Auffindung dieses Punktes ist indessen nach dem, was oben über die wirklich vorkommenden verschiedenartigen Strömungen gesagt ist, durchaus nicht zu erwarten, und Dubuat gelangte auch zu keinem Resultate. Dagegen glaubte er eine gewisse Beziehung zwischen der Geschwindigkeit in der Oberfläche zu der mittleren und zu der am Boden aufgefundenen zu haben *), welche von der Ausdehnung

---

*) *Principes d'Hydraulique* I. §. 65 und 66.

Bettes und vom Gefälle ganz unabhängig sei, so dass unter Umständen zu gleichen Geschwindigkeiten in der Oberfläche gleiche mittlere und gleiche Geschwindigkeiten am Boden ren. Diese Beziehung giebt Dubuat in folgender Art an. n u die Geschwindigkeit in der Oberfläche, u' die am Boden, v die mittlere bezeichnet, so ist, wenn alle diese Grössen ariser Zollen ausgedrückt werden

$$\sqrt{u'} = \sqrt{u} - 1$$

$$\text{oder } u' = (\sqrt{u} - 1)^2$$

$$\text{und } v = \frac{1}{2}(u + u')$$

$$= u - \sqrt{u} + \frac{1}{2}$$

es Resultat ergab sich aus acht und dreissig vollständigen bachtungen, die an kleinen künstlichen Canälen von 2 bis Zoll Tiefe angestellt waren *). Dabei wurden die Geschwindigten an der Oberfläche durch kleine Stückchen Holz, und die Boden Anfangs durch Kügelchen aus Mastix gemessen; da se aber nicht recht rund zu sein schienen und wegen ihrer llen Farbe in der Tiefe von etwa 9 Zoll sich auch nicht mehr hörig wahrnehmen liessen, so benutzte Dubuat in den letztern rsuchen statt ihrer rothe Johannisbeeren, die er sehr brauchbar diesem Zwecke fand. Endlich bestimmte er die mittlere Gehwindigkeit, indem er die in jeder Secunde abfliessende Wassernge durch den Querschnitt des Canals dividirte.

Woltman erklärt sich gegen die von Dubuat aufgestellte ypothese, weil sie nur aus einigen Beobachtungen abgeleitet sei d einer wissenschaftlichen Begründung entbehre, ausserdem beeifelt er, dass die Strömung sich jederzeit bis zur Sohle des ttes fortsetze, und meint dagegen, dass sie bei grossen Strömen on in einer gewissen Tiefe aufhöre **). Dagegen hatte Woltman on früher, ehe er die Hauptsätze aus dem Dubuatschen Werke deutschen Baumeistern bekannt machte und dieselben zugleich er gründlichen Kritik unterwarf, selbst eine andere Hypothese r die Abnahme der Geschwindigkeiten ausgesprochen ***). Aus

*) *Principes d'Hydraulique* II. §. 384—389.

**) Beiträge zur hydraulischen Architectur, I. Band. Seite 174.

***) Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels. Hamb. 1790.

eilf Beobachtungsreihen, die Brünings im Niederrhein, und eine Beobachtungsreihe, die Ximenes im Arno angestellt hatte, zog er den Schluss, dass die Abnahme der Geschwindigkeiten nicht eine gerade Linie, sondern eine krumme sei, und dass „analoge Gründe" die jedoch nicht näher bezeichnet werden, vermuthen lassen, dass die Curve eine Parabel sei, deren Achse vertical und deren Scheitel in derjenigen Tiefe unter dem Wasserspiegel liege, wo die Geschwindigkeit ganz aufhöre. Diese Annahme wird mit den erwähnten Beobachtungen verglichen, wobei sich indessen keine besonderliche Uebereinstimmung zu erkennen giebt. Die Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Geschwindigkeiten stellen sich sogar grösser dar, als der Unterschied zwischen der Parabel und der geraden Linie. Der Scheitel der Parabel liegt aber 130 bis 160 Parameter unter dem Wasserspiegel, wodurch die Krümmung der Linie sehr geringfügig ausfällt und man dieselbe wohl ohne Nachtheil als gerade Linie ansehn dürfte. Eine am Schlusse mitgetheilte Berechnung derjenigen Tiefe, bis zu welcher nach der aufgestellten Hypothese eine Strömung von 12 Fuss Geschwindigkeit in der Oberfläche sich erstrecken würde, lässt vermuthen, dass Woltman der Ansicht war, es sei der Parameter und sonach die Parabel für alle Ströme dieselbe. Es ist indessen die ganze Hypothese nur als eine sehr unsichere Vermuthung mitgetheilt und der Verfasser sagt selbst, dass sie noch fernerer Bestätigung bedürfe: eine Vergleichung mit andern Beobachtungen und Erfahrungen wäre demnach nur in dem Falle statthaft, wenn diese Hypothese sich dabei bestätigen sollte, was wohl nicht geschehn ist.

Eytelwein empfiehlt, gewiss mit Recht, kein complicirtes Gesetz über die Abnahme der Geschwindigkeit aufzusuchen, so lange man nicht die Ursache der vielfachen Abweichungen, welche die Beobachtungen zeigen, genauer kennt. Er schlägt daher vor, die Geschwindigkeits-Scale als eine gerade Linie anzusehn, und findet durch Vergleichung verschiedener Messungen *), dass die Geschwindigkeit durchschnittlich bei 1 Fuss Tiefe um 0,008 . u abnimmt, wo u wieder die Geschwindigkeit in der Oberfläche bedeutet.

*) Dubuat's Grundlehren der Hydraulik, übersetzt von Kosmann, mit Zusätzen von Eytelwein. Berlin 1801. Seite 125 und Eytelwein's Handbuch der Mechanik und Hydraulik. Berlin 1801. Seite 198.

also h die ganze Tiefe der Section und zwar in Preussi- Fussmaasse bezeichnet, so ist die mittlere Geschwindigkeit

$$v = 0{,}004 \,.\, h\, u.$$

allgemeine Gültigkeit darf man von diesem Ausdrucke schon fern nicht erwarten, als er bei sehr grossen Tiefen offenbar npassenden Resultaten führt: für die Tiefe von 125 Fuss e nämlich die Geschwindigkeit jedesmal gleich Null, und für grössere Tiefen sogar negativ werden. Dieser Umstand ist ssen ziemlich gleichgültig, da solche Tiefen in den Strömen nicht vorkommen, oder wo sie vielleicht stellenweise vorhanden , immer die Veranlassung fehlen wird, gerade dort die Wasser- ge des Stromes bestimmen zu wollen. Ausserdem darf man einem Ausdrucke, der nur als Näherungswerth aus einzelnen bachtungen hergeleitet ist, nicht erwarten, dass er in allen len, und auch in solchen, die von den zum Grunde gelegten bachtungen wesentlich vorschieden sind, noch brauchbare Re- tate geben werde.

Prony*) macht darauf aufmerksam, dass das von Dubuat gegebne Gesetz über die Abnahme der Geschwindigkeit augen- einlich zu unrichtigen Resultaten führe, sobald die Strömung r schwach wird. Wenn nämlich die Geschwindigkeit an der erfläche 1 Zoll beträgt, so ist dieselbe am Boden gleich Null: ¼ Zoll sind beide einander gleich, wenn die erstere aber noch iner wird und endlich ganz aufhört, so vergrössert sich die le wieder und erreicht endlich den Werth von 1 Zoll. Prony nt ferner, dass es nicht leicht darauf ankomme, die Geschwin- keit in einer gewissen Tiefe zu bestimmen, und dass es sich mehr immer nur um die Auffindung der mittleren Geschwindig- handele. Zu diesem Zwecke wird für die letztere der Ausdruck

$$v = \frac{u + a}{u + b}\, u$$

geschlagen, und nach den von Dubuat angestellten Beobach- gen werden die Werthe von a und b ermittelt. Es ergiebt bei führung des Metermaasses $a = 2{,}372$ und $b = 3{,}153$. Durch endung dieser Berechnungsart stellen sich die zum Grunde

*) *Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux rantes, par R. Prony.* Paris 1804. Seite 73 ff.

gelegten Beobachtungen noch besser dar, als nach der von Du angegebenen Methode. Indem aber die Geschwindigkeiten an Oberfläche oder die Werthe von u in diesen Beobachtungen kleiner als a und b bleiben, so ist der zweite Factor des drucks ziemlich nahe constant, und dieser Umstand veranl Prony, den Versuch zu machen, die Form

$$v = \alpha u$$

einzuführen. Es ergab sich alsdann $\alpha = 0{,}816$ und auch durch wurde noch eine grössere Annäherung, als nach dem Du schen Ausdrucke erreicht. Für diese letzte Formel ist die des Maasses ganz gleichgültig: ich versuchte dieselben auf an an grössern Strömen angestellte Beobachtungen anzuwenden, zeigte sich indessen keine genügende Uebereinstimmung, auch sich überhaupt kein constantes Verhältniss zwischen der Geschwindigkeit und der mittleren zu erkennen.

Endlich ist die von Funk aufgestellte Theorie*) zu erwä wonach die Geschwindigkeits-Scale eine logarithmische Linie

---

*) Darstellung der wichtigsten Lehren der Hydrotechnik von Berlin 1820. Seite 33 ff. — Bei flüchtiger Untersuchung scheint Buch sehr wissenschaftlich und gründlich und für den Strombau h wichtig zu sein: eine grosse Anzahl von Beobachtungen wird mitgetheilt, die Berechnung und Vergleichung derselben erfolg einem Aufwande von mathematischen Formeln, und die Resultate der Verfasser als ganz sichre und sehr wichtige neue Entdeck dar. Das Durchlesen des Buches ist mit vielen Schwierigkeiten bunden. Man bemüht sich vergebens, dem Ideengange des Verf zu folgen und den Sinn oder Zweck der complicirten Rechnungen zufinden. Nur ein mühsames Studium, das ohne Zweifel viel raubender ist, als die Zusammenstellung und Abfassung des Buches führt zu der Ueberzeugung, dass es ganz gehaltlos ist und in un brochener Folge nur Fehlschlüsse, Irrthümer und selbst Rechnungsf enthält. — Wenn man solche Untersuchungen Theorien nennt darf man sich nicht wundern, dass diese in Misscredit gekommen aber gegen ähnliche Verirrungen gewährt ein vernünftiges Stu der Mathematik den sichersten Schutz, und giebt zugleich die M an die Hand, den wahren Werth solcher Speculationen zu erken Die Kunst des Mathematikers besteht nicht in Formen und Form sondern in der klaren Auffassung der Verhältnisse. Der grösste Ma matiker ist derjenige, der den Gesichtspunkt richtig zu wählen vers wodurch die Rechnungen vereinfacht werden. In der angewan

nahme soll nach der Meinung des Verfassers „aufs Be-
dste" der Erfahrung entsprechen. Bei allen Beobachtungs-
die er aber verglichen hat, oder die er dem Leser zur
n Berechnung und Vergleichung mittheilt, fällt die logarith-
inie so nahe mit der geraden zusammen, dass der Unter-
wischen beiden kaum dem funfzigsten Theile derjenigen
gleichkommt, welche zwischen der logarithmischen Linie
Beobachtungen noch bleibt. Auch wenn man die Rech-
ler des Verfassers corrigirt und den möglichst besten
s darzustellen sich bemüht, zeigt sich keine Ueberein-
g.

ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass das Gesetz,
die Geschwindigkeit bei grösserer Tiefe sich vermindert,
wegs bereits aufgefunden ist: die angestellten
ungen zeigen im Gegentheil unter sich so wesentliche
en, dass man entweder die Voraussetzung machen muss,
chte Gesetz sei viel complicirter, als irgend eine der
n Theorien, oder man muss den Grund der Abweichungen
lessungen selbst suchen. Das Letzte scheint in der That
zu sein: doch darf man deshalb die angestellten Mes-
nicht als fehlerhaft ansehn, vielmehr ist es wohl anzu-
dass sie die Geschwindigkeit für die Dauer der Beob-
zeit richtig angegeben haben. Aber diese Geschwindigkeit
constant, sie ändert sich in kürzern oder längern Perioden,
kann es sich leicht treffen, dass man bei den Messungen
iedenen Tiefen derselben Verticale an einem Punkte gerade
imum der daselbst vorkommenden Geschwindigkeiten und
n andern wieder das Minimum beobachtet hat, wodurch
der Zusammenhang zwischen den gefundenen Resultaten
en werden muss. Von dem Vorhandensein solcher Schwan-
n im strömenden Wasser überzeugt man sich leicht, wenn
ige Zeit hindurch die Strömung an einer Stelle aufmerksam

---

tik, also beim Aufsuchen der Resultate aus Beobachtungen
Benutzung derselben in ähnlichen Fällen, fehlt die absolute
Es ist aldann nothwendig, bei jedem Schritte die Sicherheit
lussfolgen zu prüfen, wozu wieder die Wahrscheinlichkeits-
g die Mittel darbietet. — Von allem Diesen findet sich im
en Werke keine Spur.

betrachtet. Es zeigen sich an der Oberfläche abwechselnd ganz verschiedenartige Bewegungen: das Aufwallen wechselt mit der Bildung von Wirbeln, und die Richtung, in welcher stellenweise das Wasser fliesst, ist einer fortwährenden Aenderung unterworfen. Dabei senkt und hebt sich der Wasserspiegel ununterbrochen am Ufer, und häufig giebt sich sogar die veränderte Strömung durch abwechselndes Rauschen dem Ohre merklich zu erkennen. Durch wiederholte Geschwindigkeitsmessungen, die man an demselben Punkte unmittelbar nach einander anstellt, überzeugt man sich auch leicht, dass die Abweichungen in den Resultaten weit stärker sind, als dass sie für Beobachtungsfehler angesehn werden können. Das Wasser bewegt sich daher nicht nur an den verschiedenen Stellen desselben Profils verschiedenartig, sondern die Schwankungen oder W e l l e n, die sich darin bilden, bringen an derselben Stelle abwechselnd sehr merklich verschiedene Strömungen hervor. Solche Wellenbewegungen können sich indessen nur in grossen Wassermassen gehörig ausbilden, und namentlich erfordern sie eine bedeutende Wassertiefe. Wo die Einwirkung des Bettes oder der Ufer, welche keiner Veränderung unterworfen ist, sich schon überwiegend zeigt, da verschwinden jene Schwankungen und man kann sie aus diesem Grunde in kleinen Bächen gar nicht und in kleineren Flüssen nur wenig bemerken. Zur Ermittelung der Beziehung, welche zwischen der Geschwindigkeit an der Oberfläche und in einer gewissen Tiefe darunter stattfindet, würden meines Erachtens vorzugsweise die Messungen mit schwimmenden Körpern dienlich sein, wobei wegen des grösseren durchlaufenen Weges schon eine gewisse Ausgleichung der localen Schwankungen eintreten und zugleich die temporären Ungleichmässigkeiten ihren Einfluss verlieren müssen. So lange indessen diese Ungleichmässigkeit nicht aus den Beobachtungen entfernt wird, so bemüht man sich gewiss vergebens, ein allgemein gültiges Gesetz aufzufinden.

Bei Aufstellung der vorstehend erwähnten Theorien war man häufig von der Absicht ausgegangen, die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit an der Oberfläche und der mittlern Geschwindigkeit anzugeben, und die letztere und sonach die Wassermenge der ganzen Section aus der ersten berechnen zu können. Der Nutzen dieser Untersuchung, wenn sie zu einem sichern Re führte, würde ohne Zweifel sehr gross sein und die Bestim

r Wassermenge ausserordentlich erleichtern. Es tritt indessen erbei noch eine besondere Schwierigkeit ein, die näher beschrieben rden muss. Die meisten Beobachtungsreihen ergeben nämlich, ss die Geschwindigkeiten, wenn sie im Allgemeinen auch von en nach unten abnehmen, doch nicht in der Oberfläche selbst n grössten sind, sondern in einer gewissen Tiefe darunter, elleicht bei 1 Fuss, das Maximum sich vorfindet. Bei Mesngen mit dem kleinen Woltmanschen Flügel, den ich oben behrieben habe, habe ich mich wiederholentlich davon überzeugt, ss die Geschwindigkeit etwa in 6 Zoll Tiefe geringer war, als der Tiefe von 1 Fuss. Diese Messungen wurden indess auf nem Nachen angestellt, der ohne Zweifel in ähnlicher Weise, ie das Flussbett selbst, oder wie das Ufer die Bewegung des Vassers hinderte und möglicher Weise gerade auf die obersten Vasserschichten den stärksten Einfluss ausübte. Derselbe Fall st wahrscheinlich auch bei den meisten andern Beobachtungen orgekommen, und wenn dieses allein der Grund von der Verögerung des Wassers in der Oberfläche wäre, so könnte nan sich demselben leicht entziehn, indem man die Geschwindigeit daselbst durch die schwimmende Kugel ermittelt. Es kommen ndessen manche Erscheinungen vor, welche sich auf diese Art icht erklären lassen: ich habe an mehreren Bächen, wo eine inreichende Wassertiefe stattfand, um die verschiedene Geschwinligkeit bemerken zu lassen, mich davon überzeugt, dass ohne rgend eine äussere Hemmung in der Oberfläche die Bewegung hier minder lebhaft, als in einiger Tiefe ist. In dem sogenannten Landgraben, der die Wasserleitungen in Königsberg speist, und lessen ich schon oben (Theil I. Seite 235) erwähnte, habe ich ielfach diese Erscheinung wahrgenommen. Der Graben fliesst rossentheils durch Waldungen, es fällt daher eine Menge Laub nein, und wenn die Blätter einige Zeit im Wasser gelegen haben, ist ihr specifisches Gewicht dem des Wassers beinahe gleich, dass sie nach Umständen bald oben, bald unten und häufig uf lange Strecken in einer mittlern Tiefe schwimmen, wobei sie mittelbar für diese Tiefen die Geschwindigkeiten bezeichnen. Venn es sich nun traf, dass ein frisch herabgefallenes Blatt oben chwamm, oder auch ein schon getränktes Blatt, das aber noch ie Oberfläche berührte, gleichzeitig mit einem andern Blatte herab-

trieb, welches etwas unter der Oberfläche sich hielt, so eilte letztere jedesmal dem ersteren stark voraus. Es zeigte sich a auch hier die Verzögerung der obersten Wasserschicht, obgle die Ufer wegen der Dossirung den geringsten Einfluss auf di Schicht voraussetzen liessen. Die Erscheinung war auch ni durch die Einwirkung des Windes zu erklären, indem die schützte Lage des Grabens den Wind abhielt: ich habe aber a bei schwachem Winde gerade in der Richtung der Strömung, w also die Geschwindigkeit des oben schwimmenden Körpers n etwas vergrössert werden musste, genau dasselbe wahrgenomm

In einem kleinen Canal mit gläsernen Seitenwänden, w ich Wasser langsam fliessen liess, zeigte sich gleichfalls die V zögerung der Bewegung in der Oberfläche. Wenn man ei Pinsel, der mit recht dicker Tusche gefüllt ist, mit der Oberflä des Wassers auf einen Augenblick in Berührung bringt, so si die Tusche, die sich sogleich ablöst, vermöge ihres grösse specifischen Gewichtes nach und nach in einem ziemlich sc markirten Streifen herab, und indem derselbe an allen Bewegun des Wassers Theil nimmt, so kann man diese durch die Richtu des Streifen sehr sicher erkennen, doch muss die Bewegung Wassers nicht sehr stark sein, weil sich sonst die Tusche so s zertheilt, dass man sie nicht weiter verfolgen kann. Senkte den gefüllten Pinsel auf das im erwähnten Canale fliessende Was so gab der herabsinkende Streifen wieder sehr deutlich die V zögerung der Oberfläche zu erkennen: bis zur Tiefe von eini Linien zog er sich schräge nach der Richtung der Strömung ein Beweis, dass hier die Geschwindigkeit grösser war, als ob alsdann nahm er aber ohne weitere Unterbrechung eine entgeg gesetzte Richtung an und gab dadurch die Abnahme der schwindigkeit für grössere Tiefen zu erkennen.

Fragt man nach der Ursache dieser Erscheinung, so dieselbe meines Erachtens darin zu suchen, dass die Oberflä des Wassers ein ganz anderer Körper, als das Wasser selbst wie dieses schon von Rumford als sehr wahrscheinlich bezeich worden ist. Will man den Begriff der Flüssigkeit feststellen, ist es am natürlichsten anzunehmen, dass die einzelnen Theilc der Masse nicht unmittelbar auf einander liegen, sondern vielmehr durch gegenseitige Anziehung und Abstossung schweb

erhalten. Dieser Zustand ist aber nur da denkbar, wo die Theilchen von andern rings umgeben sind, und sie also von allen Seiten aus eine gleiche Eiwirkung erfahren. In der Oberfläche hört diese Art von Gleichgewicht auf: dasselbe muss also auf andere Weise wieder hergestellt werden, und wahrscheinlich tritt daselbst eine grössere Annäherung der Theilchen gegen einander ein. Die Oberfläche verliert sonach die Eigenschaft des flüssigen Körpers ganz oder wenigstens in gewissem Grade. Diese Voraussetzung steht mit vielen Erscheinungen im Einklange, und genügt zur Erklärung der Verzögerung der Wasseroberfläche bei kleinen Canälen und Gräben, die bei geringer Breite eine mässige Strömung zeigen. Man darf indessen hiernach nicht erwarten, dass bei einem grossen und schnell fliessenden Strome von den Ufern aus noch eine Verzögerung der Oberfläche veranlasst werden sollte. Wenn man also die obere Geschwindigkeit mittelst schwimmender Kugeln misst, so wird man wahrscheinlich sie nie kleiner finden, als in irgend einer Tiefe darunter.

§. 65.

Gleichförmige Bewegung.

Eine gleichförmige Bewegung des Wassers stellt sich in einem Strome oder in einer künstlichen Leitung an denjenigen Stellen ein, wo das Bette eine constante Breite und Tiefe hat. Der letzte Umstand setzt voraus, dass das Bette dem Wasserspiegel parallel geneigt ist: in einem Canale mit horizontalem Boden wird sich daher bei gleicher Weite desselben eine gleichförmige Bewegung in aller Schärfe nicht darstellen können. Eben so wenig wird dieselbe in einem Strome eintreten, wenn die auf einander folgenden Profile einen verschiedenen Flächeninhalt haben, denn die Bedingung, dass die mittlere Geschwindigkeit bei gleicher Wassermenge gleich bleiben soll, kann nur dadurch erfüllt werden, dass die Profile dem Flächeninhalte nach unter sich übereinstimmen. Für diesen Fall hat man verschiedentlich versucht, die Beziehung zwischen dem Gefälle und der Geschwindigkeit, mit Rücksicht auf einige andere dabei in Betracht kommende Umstände, aufzufinden: die Sicherheit der Untersuchung wird aber in hohem Grade beeinträchtigt, wenn man die Form der Profile ganz unbeachtet lässt,

oder nur die mittlere Geschwindigkeit betrachtet, ohne dar Rücksicht zu nehmen, ob dieselbe vielleicht sich stellenweise sehr verschiednen, wohl gar zum Theil aus negativen, das hei stromaufwärts gerichteten, Geschwindigkeiten zusammensetzt. Verhältnisse werden alsdann, wie schon oben bemerkt, so co plicirt, dass man die Gesetze der Bewegung nicht mehr du einen einfachen Ausdruck darzustellen hoffen kann. Die Un suchung über die gleichförmige Bewegung findet daher nur solche Stromstrecken Anwendung, die nicht allein gleich gros sondern auch gleichgeformte Profile haben. Man überze sich aber leicht, dass geringe Abweichungen keinen wesentlic Einfluss haben können. Indem man nämlich die mittleren schwindigkeiten überhaupt nur bis auf einige Procente genau mitteln kann, so darf man Differenzen zwischen den Prof innerhalb dieser Grenze auch unbeachtet lassen. Diese Ausd nung ist nothwendig, wenn man die folgenden Sätze überha benutzen will.

Der erste Versuch zur Auffindung des Gesetzes, wonach Geschwindigkeit vom Gefälle und Profile eines Stroms abhä rührt, so viel mir bekannt, von Brahms her. Dieser Vers fällt aber schon so vollständig aus, dass Alles, was man heut Tage hierüber weiss, ungefähr darin enthalten ist. Brahms fi an *), dass die fortwährende Beschleunigung, welche man n den Gesetzen der Mechanik erwarten sollte, bei den Strömen der Wirklichkeit nicht vorkommt, und dass das Wasser vielm eine constante Geschwindigkeit in denselben annimmt. Er zeichnet ferner die Reibung an den Seitenwänden und auf d Boden des Bettes als diejenige Kraft, welche der Beschleunigu entgegen wirkt, und sagt, dass sie dem Flächeninhalte des P fils dividirt durch den Umfang desselben längs dem Stromb proportional sein müsse. Später **) theilt Brahms zwei Geschw digkeitsmessungen mit. In einem Strome von 10 Fuss Tiefe auf die deutsche Meile 4 Zoll Fall hatte, betrug die Geschwind

*) Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst von A. Brah Aurich. I. Theil (ohne Jahreszahl, die Kupfer sind mit der Jahres 1753 und 1756 versehn) §. 115.

**) Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst anderer Th Aurich 1757. §. 208.

$\frac{1}{6}$ Fuss in der Secunde: in einem andern Strome von glei- Tiefe, dessen Gefälle 32 Zoll auf die Meile betrug, war die windigkeit aber $3\frac{1}{4}$ Fuss. Dabei wird erwähnt, dass diese windigkeiten den Quadratwurzeln aus dem Gefälle proportio- ind, oder der Quotient aus der ersten Grösse durch die eine constante Zahl ist. Es ergiebt sich in der That

$$1\frac{1}{6} : \sqrt{4} = 0{,}583$$

$$\text{und } 3\frac{1}{4} : \sqrt{32} = 0{,}575$$

sehr genau übereinstimmend. Wenn man diesen Quotient die Quadratwurzel aus der Tiefe, also durch $\sqrt{10}$ dividirt, hält man dieselbe Constante, welche man auch sonst in dem ruck der Geschwindigkeit einzuführen pflegt. Man muss sen, um die Uebereinstimmung mit der üblichen Bezeichnungs- arzustellen, das relative Gefälle und nicht das absolute Ge- für eine Meile einführen. Brahms rechnet die Meile zu 0 Fuss, oder 284160 Zoll: man muss also die gefundene tante, deren Werth im Mittel 0,579 ist mit $\sqrt{\frac{284160}{10}} = 168{,}57$ pliciren: sie wird alsdann 97,6 also mit dem Werthe, den re Untersuchungen dafür ergeben haben, nahe übereinstimmend.

Im Jahre 1775 beschäftigte sich Chézy mit derselben Auf- In Gemeinschaft mit Perronet bearbeitete er das Project, Yvette-Fluss nach Paris zu führen, und dabei soll er, wie r *) erzählt, zur Bestimmung der passenden Profile den Wi- und dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ange- ien und überhaupt dieselben Voraussetzungen eingeführt haben, man auch heute noch bei uns zu wählen pflegt. Welche ichtungen Chézy angestellt und welchen Werth für die Con- : er daraus gefunden, oder ob dieses ganz unterblieben sein wird nicht mitgetheilt. Perronet erwähnt nur kurz, dass y dabei beschäftigt gewesen sei, die von demselben ange- en Untersuchungen übergeht er ganz.

Dubuat behandelt die Bewegung des Wassers in Strömen künstlichen Canälen gemeinschaftlich mit der in Röhren-

---

*) *Recherches physico-mathématiques etc.* in der Einleitung IV. und V. und §. 135 und 136.

leitungen, und giebt für beide dasselbe Gesetz an, welches schon oben (Theil I. Seite 207) mitgetheilt habe. Wichtig ist indessen, dass bei dieser Gelegenheit einige Beobachtungen schrieben werden, die am Canal du Jard und am Hayne-Fl angestellt wurden: dieselben sind besonders insofern interes als zwischen den Beobachtungen die Reinigung des Jard-Ca vorfiel, und man also aus den vorher und nachher gefund Resultaten erkennen kann, welchen Einfluss das im Bette w sende Gras auf die Bewegung des Wassers ausgeübt hat.

Bei Mittheilung von Dubuats Untersuchung bemühte Woltman, wie schon oben erwähnt ist, einfachere und be mere Ausdrücke darzustellen: er fand aber, dass für d Wasserleitungen und Flüsse die Einführung der zweiten P der Geschwindigkeit angemessener sei, als wenn man in gle Weise, wie für Röhrenleitungen den Exponent $\frac{7}{4}$ wählt. Wol findet hiernach die Grösse des constanten Factors gleich 0,86 oder wenn der Zahlenwerth für g eingeführt und die Redu auf Preussisches Maass vorgenommen wird, gleich 92,3. dieser Herleitung sind indessen die sämmtlichen sowohl an Rö wie an offenen Leitungen angestellten Beobachtungen, w Dubuat (I. §. 55) mittheilt, mit Ausnahme der ersten acht dreissig (die sich auf sehr enge Röhren beziehn) benutzt wo Es wurden also sieben und achtzig Beobachtungen vergli von denen ein und funfzig an verschiedenen Röhren und s und dreissig an offenen Canälen angestellt waren. Für alle Beobachtungen bestimmte Woltman den constanten Factor den beiden angeführten Voraussetzungen in Betreff des Exp der Geschwindigkeit, und die vorstehend angegebene Grösse Factors ist die Mittelzahl aus den Werthen, die sich bei führung der zweiten Potenz für die Geschwindigkeit erga Indem Woltman sich davon überzeugte, dass der Ausdruck verschiedene Form annehmen müsse, je nachdem man die schwindigkeit in Röhren oder in offenen Leitungen berechnet dürften eigentlich die Constanten für den einen oder den an Fall nur aus den entsprechenden Beobachtungen hergeleitet den: die Beobachtungen, die sich auf die Röhren bezogen, h also hierbei unberücksichtigt bleiben müssen. Diese ganze U

hatte indessen, wie es scheint, vorzugsweise nur den en Exponent der Geschwindigkeit zu bestimmen. Eytel-rechnete später aus den sechs und dreissig Dubuatschen ungen, welche an offenen Canälen angestellt sind, und r Zugrundelegung der zweiten Potenz der Geschwindig- Werth der Constante, und fand denselben gleich 90,9. diese Herleitungen stimmen mit Ausnahme der von Dubuat sehr genau unter sich überein, und selbst der Werth tante stellt sich jedesmal ziemlich gleich heraus. Man der Idee aus, dass bei der vorausgesetzten gleichförmigen die Beschleunigung durch die Hindernisse, h der Bewegung entgegensetzen, aufgehoben Die Beschleunigung kann daher als Maassstab dienen, an die Grösse dieser Hindernisse misst. Wenn man dass die letzteren nur durch die Reibung des Wassers s Flussbette veranlasst werden, so rechtfertigt sich die , dass sie der Grösse der berührenden Fläche proportional er wenn die Länge der untersuchten Stromstrecke gleich so wird der Widerstand dem Umfange des Profils oder p h mit Ausschluss der freien Oberfläche) proportional emnächst hängt der Widerstand ohne Zweifel auch von hwindigkeit oder c ab, und zwar ist in den vorstehenden hungen jedesmal angenommen worden, dass es die zweite ler Geschwindigkeit sei, die man wählen müsse. Man nach den Widerstand oder

$$W = k^1 . c^2 p$$

inen noch unbekannten constanten Factor bedeutet. Die nigung ist für jede Einheit der untersuchten Wassermasse g, wenn α das relative Gefälle bedeutet: also für die asse gleich $\alpha g q$, wo q den Flächeninhalt des Querprofils leich den körperlichen Inhalt der untersuchten Flussstrecke uss Länge bezeichnet. Man hat sonach

$$k^1 c^2 p = \alpha g q$$

n Constanten k^1 und g kann man mit einander verbinden, an eine andere Constante k einführt, und

$$k^2 k^1 = g$$

s ergiebt sich alsdann der einfache Ausdruck

$$c = k \sqrt{\frac{\alpha q}{p}}$$

Nimmt man endlich darauf Rücksicht, dass bei grossen Str die Tiefe im Verhältniss zur Breite sehr geringe ist und leicht mehr, als den dreissigsten Theil, oft aber nur den hun sten Theil der letztern oder noch weniger beträgt, so kann den Umfang des Profils oder p mit der Breite desselben ver seln, der Factor $\frac{q}{p}$ ist alsdann nichts andres, als die mittlere oder t. Dadurch verwandelt sich der gefundene Ausdruck i

$$c = k \sqrt{a \cdot t}$$

Durch die letzte Aenderung war es möglich geworden, aus Beobachtungen, welche Brahms mitgetheilt hat, die Grösse Factors k zu bestimmen. Dieser Factor ist nach dem Vorsteh

nach Brahms = 97,6
nach Woltman = 92,3
nach Eytelwein = 90,9

Einer gegebenen Reihe von Beobachtungen, die säm mit ihren Beobachtungsfehlern oder mit sonstigen Abweich behaftet sind, wird sich ein Ausdruck im Allgemeinen imme so besser anschliessen, je mehr Constanten er enthält. E sonach natürlich, dass auch die von Dubuat gemachten Beo tungen sich besser darstellen lassen, wenn man den Aus etwas mehr complicirt. Der bessre Anschluss, das heisst die minderung der Summe der Quadrate der noch bleibenden Diff zen, ist indessen an sich noch kein Grund zur Annahme, eine solche Complication oder die Einführung eines zweiten des begründet sei, man muss vielmehr die wahrscheinlichen F der Constanten mit der Grösse der Constanten vergleichen, nur wenn die ersteren unter den Werthen der letzteren bl oder wenigstens nicht grösser sind, ist einige Wahrscheinli vorhanden, dass die Einführung derselben wirklich durch die hältnisse geboten sei.

Indem man auf diesem Wege eine bessere Uebereinstim der Rechnung mit der Beobachtung erreichen wollte, so war vorzugsweise auf die Beziehung zwischen dem Widerstande der Geschwindigkeit aufmerksam. Brahms hatte dieselbe aus irgend einem Räsonnement, sondern allein aus der Erfah abgeleitet: und Woltman hatte ungefähr dasselbe gethan. Annahme, dass der Widerstand dem Quadrate der Geschwindig

-tional sei, war also bereits durch die vorliegenden Beobach-
 bestätigt, als man in Frankreich hiergegen Zweifel zu
 anfing. Letztere würden meines Erachtens vollkommen be-
et gewesen sein, wenn man zu diesem Satze allein durch
Räsonnement gelangt wäre, welches ich oben (Theil I. Seite
 näher beleuchtet habe. Coulomb und nach ihm Prony
en in dem Widerstande, den das Wasser an den Wänden
-t, einen Unterschied zwischen der Klebrigkeit und der eigent-
 Reibung, und meinten, dass erstere der ersten Potenz, und
re der zweiten Potenz der Geschwindigkeit proportional sein
. Dadurch entstand der Ausdruck

$$\frac{\alpha q}{p} = r c + s c^2$$

h Vergleichung mit zwei von Chézy und sechs von Dubuat
stellten Beobachtungen, die sich sämmtlich auf Canäle oder
e Flüsse beziehn, bestimmte Prony *) nach einer nicht ganz
igen Methode die beiden Constanten, und gelangte dadurch
m Ausdrucke

$$c = -0{,}1748 + \sqrt{(0{,}03056 + 3687{,}5 \,.\, \alpha t)}$$

 wie oben für $\frac{q}{p}$ gesetzt ist. Hierbei ist das Metrische Maass
Grunde gelegt, auf Preussisches Fussmaass reducirt, ver-
lt sich der Ausdruck in

$$c = -0{,}2230 + \sqrt{(0{,}0508 + 10301 \,.\, \alpha t)}$$

s ist die Formel, welche in Frankreich ganz allgemein zur
chnung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in Canal-
 Flussbetten angewendet wird.

Endlich ist noch eine Untersuchung von Eytelwein zu
nen, welche vor allen übrigen sich dadurch auszeichnet, dass
 Menge Beobachtungen, die an grossen Strömen angestellt
, zur Herleitung der Constante benutzt wurden. Die Anzahl
Beobachtungen beträgt ein und neunzig, darunter befinden sich
ächst wieder die sechs und dreissig Beobachtungen, welche
at über die Bewegung des Wassers in Canälen und kleinen
en angestellt hat; ausserdem aber rühren sechzehn Beob-
ungen von Brünings her, die an der Whaal, der Yssel und

*) *Recherches physico-mathématiques. pag.* 64.

dem Rhein gemacht wurden, vier von Woltman an den wässerungs-Canälen bei Kuxhafen und Ritzebüttel und fünf dreissig an der Weser von Funk. Dieselben umschliessen ziemlich alle Verhältnisse, welche in der Praxis vorzuk pflegen, indem die Geschwindigkeiten von 2 Zoll bis zu 7¾ in der Secunde wechseln und die Grösse der Profile zwi 24 Quadratzoll und 19000 Quadratfuss liegt. Die Abweich welche der hieraus hergeleitete Ausdruck gegen die ein Beobachtungen zeigt, sind keineswegs auffallend gross: er durchschnittlich etwa 10 Procent, einzelne Beobachtunge namentlich die von Funk herrührenden, weichen aber viel und sogar bis 40 Procent von dem Resultate der Rechnung

Diese Arbeit scheint sonach nicht nur höchst wichtig, dern fast erschöpfend zu sein. Wenn sie von den deut Hydrotecten wenig benutzt worden ist, so liegt der Grund darin, dass sie nur in den Schriften der Berliner Academie*) kannt gemacht wurde. Prony theilte sie dagegen sogleic einem Nachtrage zu seiner oben erwähnten Schrift den Fra schen Ingenieuren mit **). Erst in der neusten Ausgabe Handbuches der Mechanik und Hydraulik (von 1842) hat wein diese Abhandlung als Anhang beigefügt. In Frankreich diese Untersuchung grosse Anerkennung, da sie die von gefundenen Resultate sehr befriedigend bestätigte. D'Aubuiss theilt die Constanten nur in der Art mit, wie sie Eytelwei funden hatte, und giebt dabei zugleich eine kurze Beschr der zum Grunde liegenden Beobachtungen.

Eytelwein befolgte das von Prony gewählte Verfahre setzte nämlich voraus, dass der Widerstand aus zweien Gl bestehe, von denen das eine die erste, und das andere die Potenz der Geschwindigkeit als Factor enthält. Es kam an, aus einer grossen Anzahl von Gleichungen (die mit de zahl der Beobachtungen übereinstimmt) zwei unbekannte G

---

*) Untersuchung über die Bewegung des Wassers u. s. w. Abhandlungen der mathematischen Classe der Academie der W schaften. Jahrgang 1813 und 1814.

**) *Recueil de cinq tables pour faciliter et abréger les des formules relatives aux mouvements des eaux. Paris* 182

***) *Traité d'hydraulique. Paris* 1834. §. 100.

rmitteln. Die wahrscheinlichsten Werthe der letztern wären ägen gewesen, für welche die Summe der Quadrate der Abungen zwischen den berechneten und beobachteten Geschwinäten ein Minimum geworden wäre. Eytelwein führte aber dieser Bedingung die beiden folgenden ein: 1) die Summe r Abweichungen sollte ohne Rücksicht auf das algebraische ben ein Minimum sein, und 2) ihre algebraische Summe sollte h Null werden, so dass die positiven Abweichungen sich n die negativen aufheben. Die Vergleichung der Rechnung der Beobachtung bezog sich auf die Grösse der Geschwindigdieselbe war aber, wie schon bemerkt ist, in den verschien Beobachtungen bis auf das Funfzigfache verschieden, es ten also die grössern Geschwindigkeiten einen ganz überenden Einfluss erhalten haben, und die Werthe der Constanten den ausschliesslich nach diesen bestimmt worden sein, wenn die absolute Grösse der Abweichungen unmittelbar und gleichsig berücksichtigt hätte. Das einfachste Mittel zur Vermeig dieses Uebelstandes würde unstreitig die Einführung der iven Werthe der Abweichungen gewesen sein: Eytelwein hte dagegen den Ausweg, dass er die zweite Bedingung ausiesslich auf diejenigen zehn Beobachtungen anwandte, welche kleinste Geschwindigkeit ergaben. Das Resultat war

$$c = -0{,}1057 + \sqrt{(0{,}01118 + 8715{,}6 \,.\, a\,t)}$$

Die der Rechnung zum Grunde gelegten Bedingungen sind e Zweifel nicht die richtigen und ausserdem auch sehr willrlich gewählt. Durch Verfolgung eines methodischen Verrens würden daher die Constanten etwas andere und etwas hrscheinlichere Werthe erhalten haben. Die Aenderung bleibt essen vergleichungsweise gegen die sonstige Unsicherheit der sultate ziemlich geringfügig, daher verliert der vorstehende Ausck aus diesem Grunde nicht viel an Brauchbarkeit. Ein aner Umstand kommt dabei indessen in Betracht, der von viel össerem Einfluss ist, nämlich die Glaubwürdigkeit der Beobachngen selbst.

'h habe die Untersuchung dieses Gegenstandes, welche zu cher Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung Gelegenot, als Beispiel dieser Rechnungsart bereits früher bekannt

gemacht *): die Hauptresultate sind folgende. Die sechszehn von Brünings angestellten Beobachtungen beziehn sich nach der Mittheilung von Wiebeking **) und ebenso nach der von Woltman ***) nur auf Bestimmung der Wassermenge, indem man ermitteln wollte, in welchem Verhältnisse die ganze Wassermenge des Rheins sich auf dessen drei Hauptarme, die Whaal, den Leck und die Yssel vertheilte. Die angestellten Messungen ergeben den Flächeninhalt, sowie den Umfang der Profile und zugleich die mittlere Geschwindigkeit. Es fehlt indessen das Gefälle, welches man nothwendig braucht, wenn man diese Beobachtungen zur Herleitung der constanten Factoren benutzen will. Das Gefälle stand aber mit dem eigentlichen Zweck der Messung in keiner Beziehung, und es ist, wie es scheint, auch gar nicht gemessen worden. Funk †) führt dieselben Beobachtungen gleichfalls an, und zwar mit Beifügung des Gefälles. Man muss vorläufig voraussetzen, dass Funk dasselbe auf andere Weise erfahren habe. Die Angaben von Eytelwein, welche das Gefälle gleichfalls enthalten, stimmen mit denen von Funk sehr genau überein, es haben sich sogar einige Rechnungsfehler aus diesen in jene übertragen.

Die Gefälle, wie sie Funk für diese 16 Beobachtungen angiebt, sind immer für je zwei und einmal für vier Beobachtungen genau dieselben. Dieser Umstand muss schon Verdacht erwecken, denn zunächst ist es unwahrscheinlich, dass eine Aenderung des Wasserstandes um 6 und sogar um 10 Fuss gar keinen Einfluss auf das Gefälle an der Beobachtungsstelle haben sollte. Noch unwahrscheinlicher ist es aber, dass die zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Nivellements den Neigungsquotienten, der zwischen 4000 und 9000 ist, immer bis auf die Einheit in gleicher Grösse dargestellt haben sollten.

Dieses Alles würde noch immer nicht Veranlassung geben, die Gefälle als unrichtig oder gar als fingirt anzusehn, aber eine höchst auffallende Erscheinung, die sich regelmässig wiederholt,

*) Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Berlin 18[illegible] §. 37 ff.

**) Allgemeine Wasserbaukunst. Ausgabe von 1798. Theil I. Seite 344—388.

***) Beiträge zur hydraulischen Architectur. III. Seite 350—36[illegible]

†) Beiträge zur allgemeinen Wasserbaukunst. Lemgo 1808. Seite

alles Zutrauen zu diesen Angaben auf. Ich versuchte näm- diese Beobachtungen mit der vorerwähnten einfachen Formel, che den Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit propor- al setzt, zu vergleichen, und ermittelte zu diesem Zweck aus er einzelnen Beobachtung die Grösse des constanten Factors *k*. bei zeigte es sich nun, dass bei der von Funk gewählten ihenfolge die letzte Beobachtung in jeder einzelnen Gruppe sen Factor gleich 90,9 ergab (die äussersten Grenzen sind ,888 und 90,919), wogegen die übrigen Beobachtungen jedes- al viel stärker und durchschnittlich etwa um acht Einheiten von abweichen. Die Wahrscheinlichkeit, dass für sieben Grup- n von Beobachtungen, die im Allgemeinen sehr abweichende sultate geben, die letzte Beobachtung jeder einzelnen Gruppe ch immer demjenigen Werthe, den man als Mittelzahl anzusehn wohnt ist, durch blossen Zufall soweit nähern sollte, wie es er geschieht, ist unendlich klein: man kann nahe 56 Millionen al Billionen gegen Eins wollen, dass der Zufall ein solches usammentreffen beim einmaligen Anstellen der Beobachtung nicht igen wird. Es ist also nach menschlichen Begriffen absolut möglich, dass diese Erscheinung zufällig gewesen sei: vielmehr t es ausser allem Zweifel, dass Funk zuerst das Gefälle aus er letzten Beobachtung jeder Gruppe unter Zugrundelegung des on Eytelwein angegebenen constanten Factors berechnete, und ieses Resultat auf die übrigen Beobachtungen der ganzen Gruppe bertrug. Unbegreiflicher Weise hat aber Funk hieraus wieder ie Relation zwischen dem Gefälle und der Geschwindigkeit dar- ustellen versucht. Wäre die Berechnung des Gefälles für jede inzelne Beobachtung angestellt worden und wären Rechnungs- fehler dabei vermieden, so würde die umgekehrte Rechnung natür- lich eine vollkommene Uebereinstimmung mit jeder beliebigen zum Grunde gelegten Hypothese ergeben haben.

Die von Brünings angestellten Beobachtungen, welche die wichtigsten in der ganzen Reihe sind, fallen sonach aus. Dem- nächst hat Eytelwein ein und funfzig Beobachtungen von Funk benutzt. Die ganze Anzahl derselben ist noch grösser, aber einige sind nicht mit aufgenommen, weil sie gar zu abweichende Resultate gegeben haben sollen. Dieser Umstand durfte eigentlich nicht Veranlassung sein, einzelne Beobachtungen auszuschliessen: der

wahrscheinlichste Werth des Resultates ist mehr durch diejeni
Beobachtungen bedingt, welche am meisten davon abweichen,
durch diejenigen, die sich am besten demselben anschlies
Dagegen müssen die sämmtlichen Funkschen Beobachtungen
fallen, weil hier wieder in jeder Gruppe, für welche ein glei
Gefälle angegeben ist, einmal der constante Factor sehr g
90,9 ist, und sonst immer sehr stark davon abweicht. Funk
dabei nur die Aenderung eingeführt, dass nicht immer die
Beobachtung in jeder Gruppe zur Berechnung des Gefälles
wählt worden ist, sondern einmal eine in der Mitte liegende
in einer, die nur aus zwei Beobachtungen besteht (Funk bezeic
sie auf Seite 98 mit dem Buchstaben L), ist die Rechnung
beide Beobachtungen ausgedehnt und aus den Resultaten ist
Mittel genommen worden.

Die Uebereinstimmung der von Eytelwein gefundenen Re
tate mit denen, welche Prony dargestellt hatte, erklärt sich
nach sehr einfach dadurch, dass Prony vorzugsweise die Beob
tungen von Dubuat benutzte; aus diesen ist aber auch die Const
90,9 hergeleitet, und durch Einführung derselben sind wieder
Beobachtungen von Brünings und Funk ergänzt worden, w
Eytelwein seiner Untersuchung zum Grunde legte.

Es bleiben sonach ausser den von Dubuat angestellten B
achtungen nur noch vier andere übrig, welche Woltman*)
getheilt hat. Die letztern beziehn sich nur auf Entwässeru
gräben von 8 bis 14 Fuss Breite, nichts desto weniger sin
vollständig angegeben und der Name des Autors bürgt für
Genauigkeit. Bei Dubuats Beobachtungen am Hayne-Flusse
Jard-Canale tritt der Uebelstand ein, dass die Geschwindigkei
der Oberfläche und nicht die mittlere gemessen ist, ausse
müssen die Beobachtungen Nro. 175, 176 und 181 ausfallen,
dabei das Bett sehr verwachsen oder die Strömung durch un
ständige Oeffnung einer Schleuse unterbrochen war. Es ble
alsdann nur noch sieben Beobachtungen übrig. Diese habe
mit den von Woltman angestellten in der Art verbunden, dass
den letztern den doppelten Werth der ersten gegeben habe,

*) Beiträge zur Baukunst schiffbarer Canäle. Göttingen
Seite 286—287.

vergleichungsweise angenommen, dass jene vier Beobach-
ns arithmetische Mittel aus je zwei Messungen enthalten.
finde ich nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$\alpha t = 0{,}000\ 05783 \,.\, c + 0{,}000\ 06844 \,.\, c^2$$

der $c = -0{,}4225 + \sqrt{(0{,}1785 + 14611 \,.\, \alpha t)}$

sdrücke beziehn sich wieder auf Preussisches Fussmaass.
; dieses Resultat wegen der beschränkten Anzahl von
ungen, aus welchen es hergeleitet ist, als allgemein gültig
werden darf, so verdient es doch wohl mehr Glauben,
rüher angeführten Ausdrücke. Etwas einfacher wird in
llen die Rechnung, wenn man zu der obigen Form

$$\alpha t = k \,.\, c^2$$

hrt und darauf Rücksicht nimmt, dass k nicht constant,
von der Grösse der Geschwindigkeit abhängig sei. Ver-
an diesen Ausdruck mit dem letzten, nämlich

$$\alpha t = r \,.\, c + s \,.\, c^2$$

beide einander gleich, so folgt

$$k = \sqrt{\left(\frac{c}{r + s \,.\, c}\right)}$$

findet man

für $c = 0{,}5$	$k = 74$
$= 1{,}0$	$= 89$
$= 1{,}5$	$= 97$
$= 2{,}0$	$= 101$
$= 2{,}5$	$= 104$
$= 3{,}0$	$= 107$
$= 3{,}5$	$= 109$
$= 4{,}0$	$= 110$

den beiden Beobachtungen von Dubuat, welche sich auf
gung in einem stark verwachsenen Strombette beziehn,
n den Werth von k um den vierten bis fünften Theil
ls nach dieser Tabelle.

von Funk aus den Beobachtungen hergeleitete Theorie
ich, und ebenso auch den Versuch Krayenhoff's *),

---

rzameling van hydrographische en topographische Waarne-
loor Krayenhoff. Amsterdam 1813. Seite 193 ff.

nach den in Holland angestellten Messungen die Constant
der Pronyschen Formel zu corrigiren. Die letzte Untersuc
lässt insofern kein sicheres Resultat erwarten, als die Gefälle
speciell an der Beobachtungsstelle und zur Zeit der Beobac
gemessen sind, sondern nur das General-Nivellement der St
zum Grunde gelegt ist.

Schliesslich will ich noch die Resultate aus einer gr
Reihe von Beobachtungen anführen, welche in den Jahren 18
1822 an der Elbe im Merseburger Regierungsbezirke zu wi
schaftlichen Zwecken angestellt sind. Ich habe indessen
dieselben das Nähere nicht erfahren können, und weiss auch
ob sie wirklich nur an solchen Stellen gemacht sind, wo der
ein ziemlich regelmässiges Bette hat, und ob die Geschwindig
messungen vollständig angestellt sind, oder vielleicht nur di
schwindigkeit an der Oberfläche gemessen und die mittlere d
hergeleitet sein mag. Die Werthe der Constante k ergeben
aus denselben für die verschiedenen Geschwindigkeiten

Anzahl der Beobachtungen	Geschwindigkeiten	k im Mittel	äusserste Gren von k
3	1,5	104,8	75,6 bis 12
8	2,0	77,4	56,6 bis 8
15	2,5	84,3	69,4 bis 15
7	3,0	82,5	66,0 bis 12

Man sieht, dass ungeheure Abweichungen hierbei vorko
Wahrscheinlich sind die Beobachtungen wenigstens zum T
sehr unregelmässigen Stromstrecken angestellt, woraus e
auch erklärt, dass der Werth von k im Allgemeinen viel ge
ausfällt, als er sonst gefunden worden ist.

Es ergiebt sich aus der vorstehenden Zusammenstellun
verschiedenen Theorien, dass selbst der Satz über die Bew
des Wassers in regelmässigen Strom- oder Canalbetten
sehr unsicher ist und einer Bestätigung oder Berichtigung
sorgfältige Beobachtungen dringend bedarf. Bis dahin bl
zweifelhaft, ob der Widerstand der zweiten Potenz der Geschwi
keit proportional ist, oder ob man noch ein anderes Glied, w
die erste Potenz derselben enthält, einführen muss. Aus d
Grunde scheint wenig Veranlassung vorhanden zu sein, von
durch Prony und Eytelwein angegebenen complicirteren Ausdr

rauch zu machen: die einfache Formel, welche Brahms zuerst ständig andeutete, wenn auch nicht algebraisch ausdrückte, bei der noch bleibenden Unsicherheit über die Verhältnisse ganz ausreichend angesehn werden können, besonders wenn den Werth der Constante nach der grössern oder mindern chwindigkeit, die man entweder schon kennt oder erwartet, chieden annimmt. Der wahrscheinliche Fehler dieser Constante ler obigen Tabelle (nach den Beobachtungen von Dubuat und Itman) ist sehr bedeutend, er ergiebt sich schon aus der Verchung mit den zum Grunde gelegten Beobachtungen gleich sechsten Theile der Constante, wenn man daher in dem Falle, die Geschwindigkeit gesucht wird, die Constante auch um rere Einheiten zu gross oder zu klein angenommen haben sollte, st der daraus hervorgehende Fehler im Vergleiche zu der noch benden Unsicherheit ziemlich geringfügig.

Einige Umformungen dieses Ausdrucks finden häufige Andung: ich will dieselben hier mittheilen und zugleich darauf nerksam machen, dass man sich der Formel mit Vorsicht been muss, weil eine unbedingte Benutzung derselben in manchen len leicht bedeutende Fehler veranlassen kann. Es bedeutet

q den Flächeninhalt des Querprofiles,
p den Umfang desselben längs dem Strombette,
b die Breite des Profiles, welches gewöhnlich gleich p ist,
t die mittlere Tiefe, nämlich $q = b\,t$,
c die mittlere Geschwindigkeit,
l die Länge der untersuchten Stromstrecke,
h das absolute Gefälle derselben,
α das relative Gefälle, nämlich $\alpha = \frac{h}{l}$
M die Wassermenge $= c\,q$ und
k der constante Factor, dessen Werth in vorstehender Tabelle angegeben ist.

Hauptformel ist

$$c = k \sqrt{\left(\frac{h \cdot q}{l \cdot p}\right)} = k \sqrt{(\alpha \cdot t)}$$

Annahme von Brahms, dass nämlich bei gleichen Tiefen die älle sich wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten, durchaus gerechtfertigt. Die häufig gemachte Voraussetzung, bei verschiedenen Anschwellungen in derselben Stromstrecke

die mittleren Geschwindigkeiten sich wie die Quadratwurzeln aus den mittleren Tiefen verhalten, ist dagegen höchst gewagt, indem man nicht annehmen darf, dass bei verschiednen Wasserständen die Gefälle unverändert bleiben. Ich habe schon früher (§. 57) aus den Wasserstandsbeobachtungen nachgewiesen, dass selbst für längere Stromstrecken, die nämlich zwischen zwei Pegeln liegen, die Gefälle zur Zeit des hohen Wassers anders sind, als zur Zeit des kleinen Wassers. Bei solchen langen Strecken findet aber noch eine gewisse Ausgleichung statt, welche bei kürzeren Stromstrecken nicht vorkommt, woselbst die Differenzen sich daher viel bedeutender herausstellen. Im Allgemeinen darf man annehmen, dass die Vertheilung des Gefälles bei höherem Wasserstande gleichmässiger wird. Die sehr starken und sehr schwachen Gefälle zur Zeit des niedrigen Wassers, vermindern und vergrössern sich bei eintretenden Fluthen, so dass sie sich dem mittleren Gefälle des Stromes für grössere Strecken nähern. Daher verringert sich bei Wehren der Unterschied zwischen dem Ober- und Unterwasser und hört oft beinahe ganz auf, sobald der Strom in grosser Höhe darüber fortgeht. Andrerseits kann aber eine starke Verengung oder Verbreitung des Flussthales auch beim hohen Wasser stellenweise das Gefälle ungleichmässiger machen als es zur Zeit des niedrigen Wasserstandes war: dieser Fall ist freilich der seltnere. Ferner muss hierbei auch noch auf das verschiedenartige Gefälle beim Steigen und Fallen des Wassers aufmerksam gemacht werden.

Wenn man alle diese Umstände unberücksichtigt lässt und ohne Weiteres annimmt, dass das Gefälle an jeder Stelle unverändert dasselbe bleibt, so kann man leicht zu ganz unrichtigen Resultaten kommen. Dieses ist auch gewiss sehr häufig geschehen, namentlich bei Ermittelung der Wassermenge, welche ein Fluss zur Zeit der höchsten Anschwellungen abführt. Viel sicherer fällt eine solche Untersuchung aus, wenn man die Höhe des Wasserstandes gleichzeitig an zwei verschiedenen Stellen markirt, woraus man auf das Gefälle schliessen kann. Dabei muss aber noch erwähnt werden, dass das Gefälle, insofern es dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist, einen sehr grossen Einfluss auf die letztere hat. Man muss daher besonders sorgfältig bei der Ermittelung des Gefälles verfahren, und wenn man auch

ungefähr noch eben so gross, wie zu einer andern Zeit kann eine geringe Differenz desselben doch in der Beng der mittleren Geschwindigkeit und sonach der Wasserschon grosse Irrthümer veranlassen.

ührt man die Wassermenge statt der Geschwindigkeit obigen Ausdruck ein, so erhält man

$$M = k\,q\sqrt{\left(\frac{h\,q}{l\,p}\right)}$$

$$\text{oder } M = k\,b\,t\sqrt{\left(\frac{h\,t}{l}\right)}$$

$$\text{und hieraus } h = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{M^2\,l}{b^2\,t^3}$$

esem letzten Ausdrucke ist schon oben bei Gelegenheit der nung des Gefälles in den Abzugsgräben Gebrauch gemacht . (Theil I. §. 28.)

Venn in einem breiten Strombette die Wassertiefe sehr hieden ausfällt, so ist es nicht nur statthaft, das ganze im Zusammenhange zu betrachten, man muss vielmehr für e Theile oder Sectionen, die ungefähr gleiche Tiefe haben, chnung besonders führen. Man darf in der That in diesem nicht annehmen, dass ein inniger Zusammenhang zwischen nzelnen Theilen des Profiles bestehe. Das folgende Beispiel zu welchen unpassenden Resultaten man gelangt, wenn iese Vorsicht unbeachtet lässt.

in Strombett sei bordvoll angefüllt, das heisst das Wasser selben stehe mit der Thalfläche gleich hoch: seine Breite 0 Fuss und seine mittlere Tiefe 20 Fuss. Das Wasser hierauf noch einen Fuss höher und verbreite sich dadurch iden Seiten der horizontal angenommenen Thalsohle noch 00 Fuss. Nimmt man an, dass in beiden Fällen das relative , sowie auch der Factor k derselbe bleibe, so hängt die rmenge, welche abgeführt wird, nur noch von dem Producte

$$b \,.\, \sqrt{t^3} = u$$

n ersten Falle war $b = 500$ und $t = 20$, also $u = 44720$. ten Falle dagegen ist $q = 12500$, $b = 2500$, daher $t = 5$, eraus ergiebt sich $u = 27950$. Nach dieser Rechnung also der Strom, sobald er noch einen Fuss höher anschwillt,

und während er dasselbe Gefälle behält, weit weniger Wa nämlich nur etwas über die Hälfte des früheren abführen, offenbar unrichtig ist. Dasselbe Resultat würde sich noch auffallender herausstellen, wenn man statt der Vergrösserung Wasserstandes um einen vollen Fuss, nur ein Wachsen wenigen Zollen angenommen hätte. Wenn man dagegen nac angegebenen Regel die verschiedenen Theile des Profiles beso behandelt, so findet man für das höhere Wasser den Werth v

im eigentlichen Strombette . . .	48120
in der inundirten Thalfläche . .	2000
also zusammen	50120.

Dieses Resultat enthält keinen Widerspruch, und ebenso bei dieser Berechnungsart jede noch so geringe Vermehrun Wasserstandes eine Vermehrung der Wassermenge zu erke wie dieses ohne Zweifel auch geschehen muss, weil das üb Thalfläche fliessende Wasser unmöglich den Strom im eigentl Bette verzögern kann, wenn es auch selbst langsamer flies

Schliesslich muss noch darauf aufmerksam gemacht w dass die vorstehenden Gesetze über die gleichförmige Bew noch Anwendung finden können, wenn auch das relative fälle oder α nicht constant ist. Die Voraussetzung, bei der Herleitung dieser Gesetze gemacht wurde, bezo nämlich allein darauf, dass die mittlere Geschwindigkeit in den auf einander folgenden Profilen sich nicht ändere, nur in diesem Falle durfte man annehmen, dass der Wide genau so gross sei, wie die Beschleunigung. Indem nun

$$q = \cdot \frac{M}{c}$$

so folgt auch, dass bei gleicher Wassermenge die Flächenin der Profile, oder die Werthe von q einander gleich sein mü Die früher angegebene Formel ergiebt aber

$$\frac{c^2}{q \cdot k^2} = \frac{\alpha}{p}$$

Der Werth des Bruches auf der linken Seite ist wegen der dingung der gleichförmigen Bewegung constant, daher muss der auf der rechten Seite stehende Ausdruck constant sein, dieses geschieht nicht nur, wenn α und p an sich unverä

ben, sondern auch wenn sie einander proportional sind, oder andern Worten, wenn das Gefälle zu der Breite des Stromes geraden, oder zu der mittleren Tiefe im umgekehrten Verhält- se steht. Wird diese Bedingung erfüllt, so ist andrerseits auch

$$\frac{c^2}{q \,.\, k^2} \text{ oder } \frac{c^3}{M \,.\, k^2} \text{ oder } c^3$$

folglich auch c oder die mittlere Geschwindigkeit constant, r es tritt die gleichförmige Bewegung ein. Dieses Resultat zt aber keineswegs voraus, dass der Widerstand dem Quadrate mittleren Geschwindigkeit proportional sein müsse, es folgt mehr in ganz gleicher Weise aus jeder andern Beziehung, man zwischen dem Widerstande und der Geschwindigkeit an- hmen mag.

Anmerkung. Es sei mir erlaubt, darauf aufmerksam machen, dass nach einer Mittheilung des Herrn Lahmeyer Hannover derselbe sowohl aus fremden, wie auch aus einer ossen Anzahl eigner Messungen die Werthe der Constanten in r Formel für die gleichförmige Bewegung des Wassers in Strom- tten nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet hat. e ganze, gewiss sehr interessante Untersuchung wird in Kurzem rch den Verfasser dem Publikum vorgelegt werden, sie bezieht ch aber nicht allein auf die Bestimmung der Constanten, sondern ch auf die Form des Ausdrucks. Manche Veränderungen des- lben, und namentlich die Einführung einiger Umstände, die man bei bisher unberücksichtigt gelassen hat, wie z. B. den Krüm- ungshalbmesser des Stromlaufes, machten es möglich, die Be- achtungen mit den Resultaten der Rechnung in bessere Ueber- nstimmung zu bringen.

§. 66.
Ungleichförmige Bewegung.

Die geringen Erfolge, welche man bei Untersuchung der ichförmigen Bewegung des Wassers in Strom- und Canalbetten her erreicht hat, lassen nicht erwarten, dass man in der Auf- ung der Gesetze für die ungleichförmige Bewegung, r den Fall, dass die mittlere Geschwindigkeit sich verändert, icher gewesen sei. Die allgemeinen hydrodynamischen Be-

dingungen, wie sie von Euler*) und Andern angegeben und durch Differenzial-Gleichungen ausgedrückt sind, bieten nicht nur sehr grosse und oft ganz unüberwindliche Schwierigkeiten in der Rechnung, wenn man sie auf bestimmte Fälle anwenden will, sondern ausserdem können sie auch nur dadurch brauchbar werden, dass man die Kraft, womit die Wassertheilchen gegenseitig an einander haften, gehörig in Rechnung stellt, und auf diese Weise versucht, alle einzelnen Systeme der Bewegung, welche sich erfahrungsmässig wirklich bilden, mit dem Calcül zu verfolgen, und deren Zusammenhang und Einwirkung unter sich nachzuweisen. Eine solche Untersuchung ist so wenig vorbereitet, und erscheint auch so übermässig verwickelt, dass man sich davon kein Resultat versprechen kann, und auch wohl noch nie der Versuch gemacht ist, sie durchzuführen. Es bleibt daher nur übrig, gewisse einfache Combinationen zum Grunde zu legen und aus diesen andere mehr complicirte zusammenzusetzen. Wenn dieser Weg, der allerdings leicht irre führen kann, mit gehöriger Vorsicht verfolgt und beständig an Beobachtungen angeschlossen wird, so erscheint er keineswegs verwerflich; er ist vielmehr wohl der einzige, von dem man einige Erfolge erwarten kann, aber man darf dabei nicht vergessen, dass die Voraussetzungen, welche man einführen muss, nur innerhalb gewisser Grenzen als richtig angesehn werden dürfen und die strenge mathematische Schärfe denselben abgeht.

Die französischen Ingenieure haben in neuerer Zeit wiederholentlich diesen Weg versucht, und auf demselben eine Aufgabe zu lösen sich bemüht, welche ohne Zweifel für den Strombau sehr wichtig ist, nämlich die der permanenten Bewegung des Wassers. Man versteht darunter diejenige gleichförmige oder ungleichförmige Bewegung, welche bei constantem Zuflusse eintritt. Die letzte Bedingung setzt voraus, dass in jeder einzelnen Stelle des Stromlaufes die Geschwindigkeit, sowie auch alle übrigen Umstände unverändert dieselben bleiben, weil das Wasser immer auf ganz gleiche Weise zufliesst, und daher jedes einzelne

*) Euler machte diese Arbeiten in den neuen Commentarien der Petersburger Academie bekannt. Brandes hat sie übersetzt, und unter dem Titel: „Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger Körper, dargestellt von Leonhard Euler, übersetzt von H. W. Brandes. Leipzig 1806." herausgegeben.

sertheilchen, wenn es auch bald schneller und bald langsamer schreitet, sich doch genau ebenso bewegen muss, wie das hergehende und das nachfolgende. Jeder Wasserfaden, der den g der in ihm befindlichen Teilchen bezeichnet, nimmt daher e constante Form an, und seine Richtung, sowie auch seine schiedenen Querschnitte, welche umgekehrt der Geschwindigkeit jeder einzelnen Stelle proportional sind, sind von der Zeit z unabhängig und zeigen an jedem einzelnen Punkte keine ränderung. Diese Annahme stimmt mit der Erfahrung nicht r überein, insofern bei grössern Strömen, wo die Adhäsion s Wassers oder andere Kräfte ihren überwiegenden Einfluss verren, eine periodische Schwankung oder eine Art von Wellenwegung einzutreten pflegt. Nichts desto weniger kann man rvon wohl absehn, und die Resultate würden noch brauchbar n, wenn die übrigen Voraussetzungen richtig wären.

Prony hatte die Gesetze für diese Art von Bewegung nur Allgemeinen angedeutet: Belanger*) ist, soviel mir bekannt, r Erste, der sie speciell angab, und ihm folgten Vauthier**), riolis***) und Saint-Guilhem****). Im Allgemeinen kommen se sämmtlichen Untersuchungen auf Folgendes heraus.

Bei der gleichförmigen Bewegung wird die Beschleunigung llständig durch die Widerstände aufgehoben, man findet daher t Einführung der frühern Bezeichnung

$$\alpha = \frac{p}{q} \cdot \frac{c^2}{k^2}$$

der nach dem von Prony angegebenen Ausdruck

$$\alpha = \frac{p}{q} \cdot (r\,c + s\,c^2)$$

n beiden Fällen ist der zweite Factor auf der rechten Seite eine unction von c, daher ist allgemein

$$\alpha = \frac{p}{q} \cdot f c$$

*) *Essai sur la solution numérique de quelques problèmes, relatifs au mouvement permanent des eaux courantes par Belanger.* Paris 1828.

**) *Annales des ponts et chaussées.* 1836. I. p. 241 ff. und 1836. II. p. 362 ff.

***) Ebendaselbst 1836. I. p. 314 ff.

****) Ebendaselbst 1838. I. p. 249 ff.

Das Gefälle kann man aber auch ausdrücken durch

$$\alpha = \frac{dh}{dl}$$

daher folgt für die gleichförmige Bewegung

$$dh = \frac{p}{q} . fc . dl$$

Wenn dagegen die Bewegung nicht gleichförmig ist, son die Geschwindigkeit zunimmt, so muss das Gefälle gleich grösser werden, und zwar um so viel, dass seine Zunahme Zunahme der Geschwindigkeit entspricht. Bezeichnet man die Druckhöhe, welche zur Darstellung dieser Zunahme der schwindigkeit erforderlich ist, durch h', so hat man

$$dh = \frac{p}{q} . fc . dl + dh'$$

oder wenn man endliche Differenzen statt der Differenziale ein

$$\Delta h = \frac{p}{q} . fc . \Delta l + \Delta h'$$

Um ein Beispiel von der Anwendung dieser Gleichun geben, nehme ich an, dass in einem Strome die mittlere T sowie auch die mittlere Geschwindigkeit 2 Fuss beträgt, und le sich in einer Strecke von 10 Ruthen Länge um 1 Fuss vergrö $\Delta h'$ ist demnach die Fallhöhe, welche der Geschwindigkeit 1 Fuss entspricht, oder

$$\Delta h' = 0{,}016$$

ferner $\frac{p}{q} = \frac{1}{t} = 0{,}5$

$$fc = \frac{c^2}{k^2} = \frac{2^2}{100^2}\, 0{,}0004$$

$$\Delta l = 120$$

folglich $\Delta h = 0{,}024 + 0{,}016 = 0{,}04$ Fuss.

Das Zeichen von $\Delta h'$ verwandelt sich in Minus, wenn Geschwindigkeit in dem unterhalb liegenden Querschnitte geri als in dem obern ist. Wenn man die Querschnitte und so die Geschwindigkeiten schon vorher kennt, so kann man, wi im gewählten Beispiele geschehn ist, den Werth von $\Delta h'$ mittelbar berechnen; man kann dasselbe aber auch unter Zugru legung der allgemeinen dynamischen Gesetze auf andere Art

n, und hierauf beruht der wesentlichste Unterschied in den aten der verschiedenen Untersuchungen.

in näheres Eingehn in diesen Gegenstand erscheint insofern rlich, als es bisher nicht geglückt ist, diese Ausdrücke mit fahrung in Uebereinstimmung zu bringen*). Der Grund, lb die Resultate der Beobachtung so wesentlich von denen echnung abweichen, liegt ohne Zweifel zum Theil in der nachgewiesenen Unsicherheit des Gesetzes über die gleiche Bewegung des Wassers, zum Theil aber auch gewiss Annahme, dass das Gefälle nur die Geschwindigkeit in der ng des Stromlaufes hervorbringen soll, welche sich in der en Geschwindigkeit zu erkennen giebt, während in der Wirkit sich auch noch die verschiedensten innern Bewegungen die oft den grössten Theil der lebendigen Kraft des Wassers miren, und die gleichfalls nichts anderes, als eine Wirkung efälles sind. Namentlich zeigt sich dieses, wie bereits er- unterhalb der Stromschnellen oder der Wasserstürze, wo hin auf einem sehr beschränkten Raume die ganze mitlte lebendige Kraft zerstört wird, so dass das Wasser schon nger Entfernung seine Beschleunigung vollständig verloren d sehr sanft abfliesst. Wollte man die angegebene Formel uf diesen Fall anwenden, so würde man ganz unstatthafte te erhalten, und überhaupt scheint dieser Grund es auch htfertigen, wenn man annimmt, dass wenigstens in allen , wo eine Verminderung der Geschwindigkeit eintritt, die e Geschwindigkeit mehr durch das Gefälle an jeder Stelle, rch die Geschwindigkeit bedingt wird, womit das Wasser mt. Die innern Bewegungen, welche sich bei jeder Verng der Strömung sehr stark zeigen, sind in der aus der ung abgeleiteten Formel für die gleichförmige Bewegung berücksichtigt worden, und wahrscheinlich heben sie den en Theil der Beschleunigung auf, oder sie veranlassen den ten Widerstand in der Strömung des Wassers. Besonders werden sie da, wo der Strom aus einem engeren Profile weiteres übergeht, oder wo seine mittlere Geschwindigkeit

*) Vergleiche *Cours de construction des ouvrages qui établissent* *igation des rivières, par M. Minard.* Paris 1841. p. 38 bis 42.

sich vermindert. Indem es an allen Beobachtungen noch fehlt, dürfte sich für diesen Fall die einfachste Voraussetzung rechtfertigen, dass der Ueberschuss der Geschwindigkeit des ankommenden Wassers sich in diesen innern Bewegungen consumirt, und sonach die mittlere Geschwindigkeit nur von dem Gefälle an jeder einzelnen Stelle abhängt, ebenso wie dieses auch bei der gleichförmigen Bewegung geschieht.

Bei der Anlage von **Wehren** wird der Baumeister am häufigsten in die Nothwendigkeit versetzt, die ungleichförmige Bewegung des Wassers in einem Strome zu untersuchen. Es ist in diesem Falle auch durchaus erforderlich, die Aenderungen, welche durch einen solchen Bau in der Strömung und namentlich im Wasserstande veranlasst werden, schon vorher zu kennen, weil man sonst besorgen muss, dass entweder der Zweck der Anlage verfehlt wird, oder die angrenzenden Ländereien durch Versumpfung leiden. Die hierbei eintretenden Erscheinungen sind schon vielfach untersucht worden, doch unglücklicher Weise mehr auf speculativem, als auf empirischem Wege. Sie beziehn sich theils auf die Stauhöhe oder diejenige Höhe, zu welcher der Wasserspiegel unmittelbar vor dem Wehre gehoben wird, und theils auf die Stauweite, oder die Entfernung, in welcher sich noch eine Erhebung des Wassers zu erkennen giebt.

Die Bestimmung der **Stauhöhe** ist vergleichungsweise ziemlich leicht: der Wasserspiegel erhebt sich nämlich so hoch über den Rücken des Wehrs, bis das Durchflussprofil und die Geschwindigkeit hinreichend gross wird, um die ganze zufliessende Wassermasse abzuführen. Die Geschwindigkeit des überstürzenden Wassers hängt aber von dem Drucke, also von der Höhe des Staues ab, und letztere bedingt daher ebensowohl diese Geschwindigkeit, wie die Grösse des Profils. Die Schwierigkeit, der man begegnet, liegt nur in der Bestimmung des Contractions-Coefficienten, von dem es natürlich zweifelhaft ist, ob er bei grossen Wehren sich noch eben so herausstellt, wie bei kleinen Seitenöffnungen eines Gefässes. Es fehlt hierüber noch sehr an entscheidenden Versuchen, und meines Erachtens ist es sehr wahrscheinlich, dass dieser Coefficient sich immer um so mehr der Einheit nähern wird, je grösser das ganze Profil im Verhältnisse zu dem durch das Wehr gesperrten Theile desselben

von Castel *) angestellten Untersuchungen haben für geringe rchflussprofile die Grösse des Coefficienten und zugleich seine hängigkeit von manchen Umständen ergeben, ob man aber diese sultate unmittelbar auf die Wehre in Flüssen und Strömen rtragen darf, ist doch zu bezweifeln. Nichts desto weniger dienen sie mitgetheilt zu werden. Die Versuche bezogen sich nmtlich auf den Fall, dass der Unterwasserspiegel den Rücken Wehrs nicht erreichte, und sonach ein freier Ueberlauf, oder man zu sagen pflegt, ein vollkommner Ueberfall statt-. Bedeutet k den noch unbekannten Contractions-Coefficien- b die Breite der Oeffnung, und H den Wasserstand darüber unmittelbar davor, so ist nach dem früher entwickelten druck (Theil I. Seite 175) die überfliessende Wassermenge, oder

$$M = \frac{4}{3} k b H \sqrt{(g H)}$$

nach sollte man erwarten, dass die Wassermenge theils der te der Oeffnung und theils der Quadratwurzel aus der dritten nz des Wasserstandes proportional sei. Das letzte fand in That statt, das erste jedoch nicht: man muss daher für den ficienten eine gewisse Abhängigkeit von der Breite der Oeff- annehmen. Zwei Reihen Beobachtungen, welche an Canälen 1¼ und 2½ Fuss Breite angestellt wurden, ergaben, dass der ficient nicht von der absoluten Breite der Oeffnung, sondern dem Verhältnisse derselben zur Breite des Oberwassers ab-. Hatte der Ueberfall nur den dritten Theil der Breite des rwassers, so war der Coefficient 0,60
bei der halben Breite 0,61
bei drei Viertel derselben 0,64
und wenn beide gleiche Breite hatten . . 0,665
r dagegen die Breite des Ueberfalles unter 3 Zoll, und hatte Obercanal wenigstens eine viermal so grosse Breite, so nahm Coefficient wieder zu, und er wurde sogar gleich 0,67, wenn Ueberfall nur 4½ Linien breit war. Endlich verdient hier

*) *Expériences sur l'écoulement de l'eau par des déversoirs ites à Toulouse par M. Castel: communiquées par d'Aubuisson. nales des Mines III. Série. Tome XI.* 1837. *II.* — Die frühere ntersuchung von Castel ist in den *Annales des ponts et chaussées* 837. I. pag. 113 ff. mitgetheilt.

auch noch erwähnt zu werden, dass das Wasser zur Seite
Wehrs, in Folge der plötzlichen Unterbrechung seiner Beweg
an dieser Stelle etwas höher, als vor dem Wehre stand.
Unterschied betrug nach diesen Beobachtungen im Maximum
1½ Linien, und er verminderte sich, sobald weniger Wasser
das Wehr abgeführt wurde: die Breite des Wehrs war dabei
1 Fuss.

Hat das Wasser schon vor dem Wehre eine merkli
Geschwindigkeit, so wird diese ohnstreitig den Ueberst
befördern, oder bei gleicher Stauhöhe die Wassermenge vergröss
In den meisten Fällen, und namentlich wenn die Höhe des Wass
standes auf dem Wehrrücken nicht gross ist, wird der Einfl
dieser Geschwindigkeit gleichfalls unbedeutend sein, und w
man von demselben Rechnung tragen will, so tritt gemeinhin
der Uebelstand ein, dass man nicht weiss, wo man die Geschw
digkeit messen soll, um sie noch unabhängig von der Einwirk
des Wehrs zu ermitteln. Aus der Wassermenge und dem Fläch
inhalte des Querprofils darf man sie nicht füglich berechnen,
man dadurch die Voraussetzung einführt, dass das Wasser
in dem untern Theile des vom Wehre abgeschlossenen Kes
noch eben so schnell, wie oben bewegt, was doch nicht an
nehmen ist. Man würde hierdurch die Geschwindigkeit der ob
Schichten und sonach eben die gesuchte Beförderung des Wass
zudranges geringer finden, als sie wirklich ist. D'Aubuisso
sagt, dass die Resultate der Beobachtungen von Eytelwein
Bidone mit der Rechnung besser übereinstimmen, wenn man
Einfluss der Geschwindigkeit unberücksichtigt lässt, und er erk
dieses dadurch, dass in der Stauhöhe vor dem Wehre wirk
schon der Einfluss dieser Geschwindigkeit mit enthalten ist, in
die lebendige Kraft des Wassers, sobald es in den Wirkungsk
des Wehres tritt, sich nur in einem gewissen Drucke äuss
kann, der eben den Wasserstand erhöht. So wenig hierge
auch zu erinnern wäre, so lange das Durchflussprofil über
Wehre im Vergleiche zum Profil des Stromes unbedeutend ble
so erscheint doch diese Ansicht nicht mehr statthaft, wenn
Anschwellung des Stroms so gross wird, dass der Stau

*) *Traité d'Hydraulique.* §. 142.

ehrs beinahe ganz verschwindet, und dieser Fall ist es grade, r bei der Anlage von Wehren eine vorzügliche Berücksichtig verdient.

Wäre das Wasser vor dem Wehre stillstehend, so würde der ährere Ausdruck gelten. Das Wasser kommt indessen schon mit r Geschwindigkeit c an, und in Folge derselben fliesst noch e Wassermasse $= b\,H\,c$ über das Wehr. Die ganze Wasserasse würde sonach betragen

$$M = b\,H\left(\frac{4}{3}\,k\sqrt{g\,H} + c\right)$$

eser Ausdruck verwandelt sich

für $k = 0{,}64$ in $M = bH\,(3{,}37\sqrt{H} + c)$

und für $k = 1$ in $M = bH\,(5{,}27\sqrt{H} + c)$

ubuisson führt dagegen eine Vergrösserung der Druckhöhe ein, den Ausdruck unter eine etwas einfachere Form zu bringen, nimmt an, dass

$$M = k\,b\,H\sqrt{\left(\frac{16}{9}\,g\,H + c^2\right)}$$

was sich jedoch wohl nicht rechtfertigt.

Alles was hier über die Stauhöhe gesagt ist, bezieht sich auf Fall, dass das Unterwasser den Wehrrücken nicht erreicht: n das Unterwasser dagegen höher steht, als der Wehrrücken, bildet sich ein sogenannter unvollkommener Ueberfall man muss alsdann darauf Rücksicht nehmen, dass das vorende H die Niveaudifferenz zwischen dem Ober- und Unterser bezeichnet. Zwischen dem Unterwasserspiegel und dem hrrücken strömt aber ausserdem noch das Wasser unter gleim Drucke fort, also mit einer Geschwindigkeit, die der ernten Niveaudifferenz als Druckhöhe entspricht. Bei starken schwellungen pflegen die Wehre sich in unvollkommene Ueberle zu verwandeln, und die Hemmung des Wasserabflusses, die verursachen, wird mit der Zunahme des Wasserstandes immer bedeutender, man darf daher bei Untersuchung dieses Falles e Geschwindigkeit, mit der das Wasser vor dem Wehre ankommt, cht unberücksichtigt lassen.

Auch durch Verengung des Strombettes können Anauungen hervorgebracht werden, welche mit denjenigen, die urch Wehre verursacht sind, in ihren Wirkungen übereinstimmen,

und auf gleiche Weise, wie diese berechnet werden müs Wenn das Wasser nämlich in einem unbeschränkten Strome her frei abfloss, später aber durch einen Einbau das Profil schränkt wird, so wird die bisherige Geschwindigkeit nicht zur vollständigen Abführung des Wassers genügen. Dies muss also vergrössert werden, damit auch an dieser Stelle Abfluss dem Zuflusse gleich wird, oder der Beharrungsstand tritt. Dieses kann nur dadurch geschehn, dass das ankomm Wasser unmittelbar nach der erfolgten Veränderung des B aufgehalten wird, und anschwillt, bis eben durch diese Ansch lung diejenige Druckhöhe sich erzeugt, welche eine hinreich Vergrösserung der Geschwindigkeit bewirkt, und dadurch ganze Wassermasse abführt. Wenn man die ursprüngliche, s auch die spätere Geschwindigkeit als bekannt voraussetzt, so die durch den Einbau verursachte Stauhöhe gleich der Diffe der beiden zu diesen Geschwindigkeiten gehörenden Druckhö wobei aber zugleich auf die Vergrösserung der Wassertief Folge dieses Staues Rücksicht genommen zu werden pflegt. D Rechnung ist so einfach, dass sie nicht weiter angegeben we darf, es tritt indessen dabei wieder der Zweifel ein, ob man eine Contraction annehmen darf, und wie gross ihr Werth wählen sei.

Viel schwieriger ist es die **Stauweite** oder die Entfern zu bestimmen, bis zu welcher der durch ein Wehr oder d Verengung des Stroms verursachte Stau sich aufwärts erstr Dubuat hat diese Aufgabe schon zu lösen versucht, und man demselben auch heut zu Tage noch immer zu folgen p so ist es nöthig, den Gang dieser Untersuchung speciell bezeichnen.

Dubuat nimmt an*), dass das Flussbett, in welchem Stau erzeugt wird, nicht nur an sich ein gleichmässiges Gef sondern auch verticale Seitenwände hat, so dass die Breite Bettes, nachdem der Stau sich gebildet hat, noch immer un ändert dieselbe bleibt. Daraus folgt unmittelbar, dass an j Stelle die Geschwindigkeit umgekehrt der Tiefe proportional Indem nun die Tiefe in der ganzen Ausdehnung des St

*) *Principes d'Hydraulique* I. §. 150 — 157.

abwärts zunimmt, so muss in entsprechender Weise das
lle geringer werden, oder das Längenprofil des Flusses muss
Curve bilden, deren concave Seite nach oben gekehrt ist.
kommt darauf an, die Form dieser Curve zu bestimmen. Sie
unstreitig im obern Anfangspunkte des Staues in den unver-
rten Wasserspiegel des Flusses über, so dass der letztere, im
genprofile mit der an diesen Punkt der Curve gezogenen Tan-
e zusammenfällt. Eine zweite Tangente und zwar an das
n Ende der Curve stellt sich dar, wenn man an der Stelle,
ler Stau am grössten oder das Gefälle am kleinsten ist, also
oder unmittelbar vor dem Wehre das Gefälle aufsucht und in
ichtung desselben durch den Wasserspiegel eine gerade Linie
Wenn die Curve ein Kreis wäre, so würden beide Tan-
, von ihrem gemeinschaftlichen Durchschnittspunkte ab ge-
n, gleich gross sein, und das Gefälle über diesem Durch-
tspunkte oder in der halben Länge der Stauweite müsste
ihr das arithmetische Mittel aus dem natürlichen Gefälle des
s und dem Gefälle vor dem Wehre sein. Unter Voraus-
g eines willkührlich gewählten Beispieles und unter der
me, dass das Wasser auch in diesem Falle, noch den Ge-
der gleichförmigen Bewegung folgt, berechnet Dubuat die
ermenge, welche in dieser mittleren Stelle unter Voraus-
g des Kreisbogens abfliessen würde. Er findet dieselbe etwa
n sechsten Theil grösser, als sie der Rechnung zum Grunde
war, und hieraus schliesst er, dass die Curve wirklich kein
, sondern eine andere Linie sei. Da diese aber weder eine
el noch eine Hyperbel sein könne, so müsse sie eine Ellipse
Für die beiden erwähnten Tangenten giebt er aber das
ltniss in der Art an, dass die obere Tangente sich zur un-
wie 9 zu 10 verhalten soll. Hierauf beruht demnach die
l, dass man die Stauweite findet, wenn man im Punkte des
ten Staues eine Tangente an den Wasserspiegel legt, und
lbe bis dahin verlängert, wo sie den Wasserspiegel des
es in seinem natürlichen Zustande trifft, und die Länge der-
n mit 1,9 multiplicirt. Bei der Anwendung dieser Regel
t es darauf an, das kleinste Gefälle, welches sich vor dem
e bildet, zu ermitteln: eine unmittelbare Messung desselben
nur vorgenommen werden, wenn der Stau bereits existirt.

Gemeinhin kommt es darauf an, die Wirkung des Wehres sch
vor der Ausführung zu beurtheilen. Das Verfahren, welches
hierbei zu wählen pflegt, besteht darin, dass man nach Vorst
dem die Stauhöhe berechnet, und unter Zugrundelegung der
setze, für die gleichförmige Bewegung des Wassers, aus
bekannten Querschnitte vor dem Wehre und aus der gegel
Wassermenge das gesuchte Gefälle ableitet.

Man darf sich nicht wundern, wenn die Resultate einer
solche Weise geführten Rechnung mit der Erfahrung nicht
einstimmen. In einigen mir bekannt gewordenen Fällen, wo
behufs der Hebung des Wasserspiegels Wehre ausführte, und
Wirksamkeit nach der von Dubuat angegebenen Regel v
berechnet hatte, ergab es sich, dass der Stau sich lange
soweit aufwärts erstreckte, als man erwartete.

D'Aubuisson schlägt noch eine Vereinfachung in der
stehenden Berechnungsart vor. Wenn nämlich β das ursp
liche Gefälle des Flusses, und α dasjenige ist, welches dich
dem Wehre stattfindet, und wenn ausserdem H die Stauhöh
zeichnet; so ergiebt sich nach Dubuat die Stauweite

$$S = \frac{19 \cdot H}{\beta - \alpha}$$

D'Aubuisson meint, man könne α als sehr klein gegen β
vernachlässigen, und um den dadurch eingeführten Fehler ung
aufzuheben, solle man statt des Factors 1,9 die volle Zahl 2
führen. Man erhält alsdann den Ausdruck $2\frac{H}{\alpha}$. Die Grös
ist aber nichts anders, als die sogenannte hydrostatische S
weite, nämlich die Länge derjenigen horizontalen Linie, w
durch die Stauhöhe vor dem Wehre soweit stromaufwärts gez
wird, bis sie den ursprünglichen Wasserspiegel des Flusses

Die Theorie, welche Funk *) über die Form des Wa
spiegels der Ströme aufgestellt hat, konnte nach dem was
bereits mitgetheilt worden, mit Stillschweigen übergangen wer
da aber gerade diese Entdeckung in Frankreich Aufsehn e
und selbst in d'Aubuisson's mehrfach citirtem Werke Erwäh

*) Versuch der Darstellung der wichtigsten Lehren der
drotechnik.

den hat; so muss ich sie kurz berühren. Sie besteht darin, der Wasserspiegel der Flüsse im Längenprofile gemessen, mal aus parabolischen Bögen zusammengesetzt sein soll. Es ogar gesagt, dass zuweilen halbe Parabeln vorkommen. n speciellen Mittheilungen ergiebt es sich aber, dass selbst en zwei verengten Querschnitten nicht immer ein einziger lbogen, sondern zuweilen auch zwei mit einem „Wendungs-" wie Funk sagt, angenommen werden müssen, und in der kung zur siebenten Beobachtung erfährt man sogar, dass drigem Wasser die einzelnen parabolischen Bögen sehr kurz nd so verschiedenartig ausfallen, dass sie bald die concave ald die convexe Seite nach oben gekehrt haben. Wenn lso dem Verfasser auch Glauben schenken, und den aufge- Satz benutzen will, so muss man zunächst durch eine g grosse Anzahl von Messungen die Ausdehnung jedes ein- parabolischen Bogens aufsuchen, und wenn man hierüber aren ist, muss man drei Punkte jedes Bogens messen, um age des zugehörigen Scheitelpunktes und die Grösse des eters berechnen zu können, vorausgesetzt, dass die Achse der el immer horizontal angenommen wird. Welchen Nutzen us dieser Entdeckung ziehen kann, ist gar nicht abzusehn: weis für ihre Richtigkeit ist aber nicht nöthig, da mit jedem ig kleinen Theile irgend welcher Curve ohnstreitig auch ein nd gewählter Parabelbogen zusammenfallen muss. Funk in der That keinen weitern Beweis für den aufgestellten als dass er versucht, an fünf Beispielen die Uebereinstim- des Längenprofiles mit der Parabel nachzuweisen. Die Pa- , die er dabei annimmt, sind dabei aber so ungünstig ge- , dass man bei Anwendung eines methodischen Verfahrens s eine weit grössere Uebereinstimmung mit jeder beliebigen n Curve nachweisen kann: für die Kreislinie ist mir dieses stens vollständig gelungen, und zwar gerade an denselben n, welche Funk für Parabeln hält.

Die von Girard bei Gelegenheit des Ourcq-Canales auf- llte Theorie*), dass das Längenprofil eines Flusses eine

---

) *Essai sur le mouvement des eaux courantes.* . *Paris* 1804. — r Beschreibung neuerer Wasserbauwerke, Seite 50 ff., habe ich

Kettenlinie bilden solle, glaube ich übergehn zu dürfen, i
diese Annahme, soviel ich weiss, nirgend Eingang gefunden
und bei der Anwendung auf den erwähnten Canal auch sog
durch die Erfahrung widerlegt wurde.

Die sämmtlichen Methoden, die man zur Berechnung
Stauweite in Vorschlag gebracht hat, sowie auch die sonst
Hypothesen über die Form des Wasserspiegels entbehren so
jeder Begründung. Dagegen lässt sich die Erhebung
Wasserspiegels und zwar für jede beliebige Entfernung
Wehre aus dem im Anfange dieses Paragraphen mitgetheilten
gemeinen Ausdrucke für die ungleichförmige Bewegung des W
sers herleiten, und die Rechnung wird um Vieles erleichtert, s
auch das Resultat wahrscheinlich an Genauigkeit gewinnt, w
man $\varDelta h^1 = 0$ setzt. In diesem Falle ist die Untersuchun
folgender Weise zu führen.

Man betrachtet zuerst die nächst oberhalb des Wehr
legene Stromstrecke, und zwar darf dieselbe nur so lang a
nommen werden, dass die sämmtlichen Profile derselben so
im Flächeninhalte, als in der Form nahe genug mit ein
übereinstimmen. Die kleinen Abweichungen zwischen dens
gleicht man dadurch aus, dass man die mittleren Werthe
und p einführt. Die Höhe des Wasserstandes unmittelba
dem Wehre, oder die Stauhöhe darf man nach dem, was
mitgetheilt wurde, als bekannt ansehn, und man kann, wen
erste Strecke nur eine geringe Länge hat, den Wasserspieg
ihr als horizontal annehmen, weil der dadurch eingeführte F
auf die Bestimmung des mittleren Profils keinen merklichen
fluss behält. Indem nun die Wassermenge des Flusses
gegeben sein muss, so kennt man auch die mittlere Geschwi
keit und es lässt sich das absolute Gefälle der angenomm
Strecke berechnen. Sollte dieses sich so bedeutend herausst
dass das mittlere Profil der untersuchten Stromstrecke da
merklich grösser würde, als es unter der Voraussetzung der
zontalen Oberfläche gefunden wurde, so lässt die Rechnung

---

diese Theorie specieller mitgetheilt und zugleich nachzuweisen
sucht, wie die Bedingungen der Kettenlinie unstatthafter Weise i
Räsonnement und in den Calcül eingeführt sind.

ı berichtigen. Man kann also für die erste untersuchtê den künftigen Wasserspiegel in das Längenprofil des eintragen. Dieselbe Untersuchung wird demnächst für ende Strecke geführt, und zwar darf man aus der bereits ıen Neigung des Wasserspiegels jedesmal schon vorläufig :nige schliessen, die sich in der nächst oberhalb belegenen bilden wird, und hiernach mit einer um so grössern it für das mittlere Profil den Wasserstand annehmen. e Weise berechnet man, und zeichnet zugleich für eine nach der andern den Wasserspiegel in das Längenprofil selbe lässt sonach unmittelbar entnehmen, wie hoch der jeder Stelle ausfallen, und wie weit aufwärts er noch ch sein wird. Eine scharfe Bestimmung des Punktes, an der neue Wasserspiegel mit dem frühern zusammenfällt, genaue Ermittelung der Stauweite ist freilich auf diesem ıicht möglich, dieselbe ist aber auch ohne allen prakti- Ferth.

er der von Dubuat eingeführten Voraussetzung, dass der ıit senkrechten Wänden eingeschlossen, und sonach eite constant ist, lässt sich die Aufgabe direct lösen, und ichung für die Curve des Wasserspiegels her- Geht man nämlich von dem einfachen Ausdruck für die rmige Bewegung des Wassers aus:

$$c = k\sqrt{\alpha t}$$

ie früher die mittlere Geschwindigkeit, α das Gefälle, t die Tiefe und k den constanten Factor bezeichnet, so ver- sich diese Formel, wenn man die Wassermenge M und stante Breite b einführt, in

$$\left(\frac{M}{kb}\right)^2 = \alpha t^3$$

rjenige Punkt im Strome, wo der Stau anfängt, sei der ıpunkt der Abscissen: man könnte eben so gut auch jeden dafür wählen, und die Rechnung würde in keiner Bezie- schwert werden: die getroffene Wahl rechtfertigt sich nur ı, als dadurch gleich ein bestimmtes Bild gegeben wird. sem Punkte stromabwärts zählt man die Abscissen oder lie Ordinaten sind die zu jedem Profile gehörenden mitt- iefen oder t. Letztere stehn freilich nicht in aller Schärfe

auf der Abscissenlinie senkrecht, doch ist der Unterschi geringfügig, dass man ihn nicht weiter beachten darf. Die lere Tiefe des Stromes vor der Erbauung des Wehrs, als die im Anfangspunkte der Abscissen, sei gleich r, und relative Gefälle an eben dieser Stelle: β bezeichnet dahe zugleich die Neigung der Sohle des Strombettes. Das r Gefälle des Wasserspiegels ist dagegen in dem durch die A x gegebenen Punkte gleich α.

Hieraus folgt unmittelbar

$$\alpha = \beta - \frac{dt}{dx}$$

$$\text{also } \left(\frac{M}{kb}\right)^2 = \left(\beta - \frac{dt}{dx}\right) t^3$$

$$\text{oder } \left[t^3 - \frac{1}{\beta}\left(\frac{M}{kb}\right)^2\right] \beta\, dx = t^3\, dt$$

Die Wassermenge, oder M ist für alle Profile dieselbe; fi jenige Profil, welches durch den Anfangspunkt der Absci legt ist, ergiebt sie sich

$$M = k\, b\, r \sqrt{\beta\, r}$$

daher ist

$$\frac{1}{\beta}\left(\frac{M}{kb}\right)^2 = r^3$$

$$\text{folglich } (t^3 - r^3)\, \beta\, dx = t^3\, dt$$

$$\text{oder } \beta\, dx = \frac{t^3}{t^3 - r^3}\, dt$$

Die Integration dieses Ausdrucks lässt sich am einf durch Auflösung in eine Reihe ausführen, man findet näm

$$\beta\, dx = \left[1 + \left(\frac{r}{t}\right)^3 + \left(\frac{r}{t}\right)^6 + \left(\frac{r}{t}\right)^9 + \ldots\right] dt$$

daher

$$x = \frac{t}{\beta}\left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{r}{t}\right)^3 - \frac{1}{5}\left(\frac{r}{t}\right)^6 - \frac{1}{8}\left(\frac{r}{t}\right)^9 - \ldots\right] +$$

Für $x = 0$, wird $t = r$. Die Constante ist daher dur Reihe

$$0 = \frac{r}{\beta}\left(1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{5} - \frac{1}{8} - \frac{1}{11} - \ldots\right) + \text{Const.}$$

gegeben: dieselbe convergirt indessen so schwach, dass m Summe nicht berechnen kann. Die eigentliche Stauweite, od

…t wo die Veränderung des Wasserspiegels beginnt, lässt sich …ich nicht angeben. Nichts desto weniger kann man die Diffe… zwischen je zwei Werthen von x finden, für welche be…nte Wassertiefen, oder bestimmte Erhebungen des Wasser…gels angenommen worden sind. Man ist also im Stande zu …teln, wie weit derjenige Punkt vom Wehre entfernt liegt, …lbst der Wasserspiegel sich z. B. um 6 Zoll oder 3 Zoll um jede andere beliebige Quantität gehoben hat. Dieses ist …e die Frage, deren Beantwortung allein von wirklichem Nutzen …während man wohl niemals ein Interesse haben kann, zu er…n, an welcher Stelle der Stau beginnt, oder wo er noch un…lich klein ist.

Je geringer die Erhebung des Wasserspiegels oder je kleiner … angenommen wird, um so mehr nähert sich der Bruch $\frac{r}{t}$ der …eit und die Convergenz der Reihe wird um so schwächer. … muss also eine grosse Anzahl von Gliedern in diesem Falle …hnen, und dabei verschwindet der Vortheil, den die Reihen…ickelung gewährt, so dass man leichter zum Ziele kommt, … man die Integration der vorstehenden Differenzial-Gleichung …andere Weise bewirkt. Dieses geschieht durch Zerlegung in …albrüche. Man erhält dadurch den Ausdruck

$$= t - \frac{1}{6} r \, . \, log. natur. \frac{t^3 - r^3}{(t-r)^3} - \frac{r}{\sqrt{3}} Arc. \left(tgt = \frac{2t + r}{r\sqrt{3}} \right) + C$$

$x = 0$ wird $t = r$. In diesem Falle ist aber der Werth des …hes

$$\frac{t^3 - r^3}{(t-r)^3} = \frac{0}{0} = \text{unendlich}$$

… das Differenziale des Nenners früher, als das des Zählers … Werth Null annimmt. Es lässt sich sonach auch nach diesem …druck nicht die Constante, und ebenso wenig die ganze Stau…te berechnen. Man muss vielmehr wieder die Integration zwi…en gewissen Grenzen ausführen, oder die für x gefundenen …rthe (worin die unendlich grosse Constante noch enthalten ist) … einander vergleichen, oder ihre Differenzen suchen. Es ist …rbei aber noch darauf aufmerksam zu machen, dass für die …iden angegebenen Integrations-Methoden die Werthe der Con…ante nicht dieselben sind, woher man auch die Werthe von

$x - Const.$ nicht übereinstimmend erhält, wenn man nach beiden Ausdrücken rechnet. Wohl aber verschwindet diese Verschiedenheit, sobald man die Differenz zwischen je zweien solchen Werthen sucht, indem die Constante alsdann herausfällt.

Um diese Rechnungsart an einem Beispiele zu erläutern, wähle ich den Fall, dass ein Strom in seinem natürlichen Zustande das Gefälle 1 : 5000 und die mittlere Tiefe von 2 Fuss hat. Durch die Anlage eines Wehrs hebt man seinen Wasserspiegel um 3 Fuss. Es ist sonach $\frac{1}{\beta} = 5000$

$$r = 2$$

und von dem Wehre $t = 5$

Suche ich nun die Werthe von $x - C$ für diejenigen Punkte, wo die mittlere Tiefe oder t gleich 5 Fuss, 4 Fuss, 3 Fuss, $2\frac{1}{2}$ Fuss und $2\frac{1}{4}$ Fuss ist; so finde ich nach dem letzten Ausdrucke

für $t = 5$ . . . . . . $x - C =$ 15109 Fuss
$= 4$ . . . . . . $=$ 9613 -
$= 3$ . . . . . . $=$ 3364 -
$= 2{,}5$ . . . . . $= -$ 771 -
$= 2{,}25$ . . . . . $= -$ 3958 -

Die Abstände der Punkte, in welchen die letzteren Wassertiefen stattfinden, vom Wehre sind demnach

für $t = 4$ . . . . . . $x - x' =$ 5496 Fuss
$= 3$ . . . . . . $=$ 11745 -
$= 2{,}5$ . . . . . $=$ 15880 -
$= 2{,}25$ . . . . . $=$ 19067 -

Hätte man nach dem ersten Ausdrucke oder nach der Reihenentwickelung gerechnet, so würde man die Werthe von $x -$ jedesmal um 9070 Fuss grösser gefunden haben. Für $t =$ und vollends $t = 2{,}25$ convergirt jene Reihe aber so wenig, dass man schon eine grosse Anzahl von Gliedern berechnen muss.

Die vorstehend angegebene Methode zur Berechnung der Stauweite, oder vielmehr des Abstandes derjenigen Stellen im Flusse, woselbst der Wasserspiegel sich um bestimmte Quantitäten erhebt, ist gewiss viel sicherer, als das von Dubuat vorgeschlagene Verfahren, welches man gemeinhin auch jetzt noch befolgt, um den Einfluss der Wehre zu berechnen, welches sich aber, wie bereits erwähnt, durch die Erfahrung nicht zu bestätigen pflegt.

ch auch die hier entwickelte Methode gründet sich auf zwei raussetzungen, die nicht richtig sind, nämlich einmal ist angemmen worden, dass der Ueberschuss der Geschwindigkeit, womit s Wasser an jeder Stelle der aufgestauten Stromstrecke annmt, zur Ueberwindung derjenigen Widerstände, welche man in allgemeinen Formel der gleichförmigen Bewegung berücksichhat, nicht beiträgt, und der Effect desselben sich allein auf Bildung der innern Bewegungen beschränkt. Wäre diese Vorsetzung nicht richtig, oder müsste man das obige $\varDelta h^1$ noch ühren, welches hier mit dem Minuszeichen in Rechnung zu en ist, so würde das Gefälle des Stromes geringer ausfallen, sonach müsste auch der Abstand des Punktes, in welchem gewisse Erhebung des Wasserspiegels stattfindet, dem Wehre r rücken, oder die Stauweite sich geringer darstellen. Demst ist auch die Annahme gemacht worden, dass die Breite Stromes ohnerachtet der Erhebung des Wasserspiegels unverrt bleibt. Der Fehler der letzten Hypothese giebt sich wieder hnlicher Weise, wie der erste auf das Resultat zu erkennen. m man nämlich die Breite geringer setzt, als sie wirklich ist, vird das Profil zu klein, oder die mittlere Geschwindigkeit zu s angenommen, woher ein stärkeres Gefälle sich herausstellt, wirklich vorkommt, oder diese Voraussetzung giebt eben so, wie erste, die Stauweite oder die Abstände jener Punkte zu gross an.

Beide Umstände verdienen eine nähere Erwägung. Was den en betrifft, so sind schon im Anfange dieses Paragraphen die nde angeführt worden, welche es rechtfertigen, wenn man die minderung der Geschwindigkeit unberücksichtigt lässt. Es it hierzu indessen noch einen andern Grund, und derselbe uht darauf, dass die Wirkung jener verlornen Geschwindigkeit, n sie auch in ihrer vollen Grösse sich darstellen sollte, dench höchst unbedeutend bleibt, so dass man sie jedesmal ohne rklichen Fehler vernachlässigen darf. Es zeigt sich dieses on an dem vorstehend gewählten Beispiele, obwohl darin das fälle des Flusses ganz ungewöhnlich klein angenommen ist. zeichne ich die Stellen, wo der Stau $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 und 3 Fuss rägt, mit I., II., III., IV. und V.; so ergiebt die Rechnung, n die Constante k gleich 100, und sonach die Geschwindigkeit natürlichen Strome gleich 2 Fuss ist,

	mittlere Geschwindigkeit $= c = 2\frac{r}{t}$	Differenz	zugehörig Fallhöhe $= \Delta h^1$
I.	1,78	—	—
II.	1,60	0,18	0,00052
III.	1,33	0,27	0,00166
IV.	1,00	0,33	0,00174
V.	0,80	0,20	0,00064
Summe		0,88	0,00456

Berechnet man ferner aus den gefundenen Entfernung Punkte I., II. u. s. w. von V. die Höhe des Flussbettes an Stellen, und mit Rücksicht auf die angenommenen mittleren W tiefen auch die Erhebung des Wasserspiegels daselbst üb Wasserspiegel unmittelbar vor dem Wehre, so findet man soluten Gefälle bis zum Punkte V., oder die Gefälle, welc schen je zwei zunächst liegenden Punkten vorkommen

	absolutes Gefälle gegen V.	zwischen je zwei Punkt
I.	1,06	—
II.	0,68	0,38 Fuss
III.	0,35	0,33 -
IV.	0,10	0,25 -
V.	0,00	0,10 -
Summe		1,06 Fuss.

Vergleicht man diese Werthe der Gefälle mit denen letzten Columne der ersten Tabelle enthaltenen, so ergiebt dass die Werthe von Δh^1 höchst unbedeutend sind, und schnittlich nur den 233. Theil von diesen betragen. Ma daher mit Rücksicht auf die Unsicherheit in der Bestimmu Werthes von r ohne Nachtheil den Einfluss der vermi Geschwindigkeit ganz unbeachtet lassen, wenn derselbe sic wirklich nicht vollständig durch die innern Bewegungen, veranlasst, aufheben, und vielmehr die mittlere Geschwin des Wassers vergrössern sollte.

Was demnächst die zu geringe angenommene Bre aufgestauten Stromes betrifft, so kann der Einfluss derse den meisten Fällen auch nicht bedeutend sein. Dabei

lbst schon der Umstand in Betracht, dass eine starke Ver-
erung der Breite, gewöhnlich eine Verminderung der mitt-
Tiefe zur Folge hat, und hierdurch eine gewisse Aus-
ung eingeführt wird. Ausserdem aber muss man auch darauf
sicht nehmen, dass in den meisten Fällen, und namentlich
die Wehre im Schifffahrtsinteresse erbaut worden, die wich-
Frage sich darauf bezieht, wie weit sie zur Zeit der nie-
en Wasserstände wirken. Die Strombetten sind alsdann
bordvoll angefüllt, und das Wasser kann daher in Folge
Vehranlage noch merklich, und gemeinhin um mehrere Fusse
n, ehe es sich stark ausbreitet. Dieses Verhältniss zeigt
wenigstens fast immer im obern Theile des Staues, woselbst
das Gefälle am stärksten ist. Weiter unterhalb, wo die
öhe grösser wird, tritt das Wasser leichter über die Ufer:
iese Stelle pflegt aber das Gefälle schon nach der obigen
nung sehr geringe auszufallen, die Quantität, um welche es
oss angenommen worden, kann daher gleichfalls nicht be-
nd sein.

Aus diesen Gründen dürfte die angegebene Berechnungsart
n meisten Fällen wohl zu Resultaten führen, welche sich der
ichen Erscheinung genügend, und jedenfalls viel besser an-
ssen, als die bisher übliche Methode. Ich will zum Schlusse
die Resultate anführen, welche man nach der gewöhnlichen
nung erhält. Das Gefälle unmittelbar vor dem Wehre oder
r Stelle, wo es am geringsten ist, findet man, wenn in der
el für die gleichförmige Bewegung des Wassers die hier ge-
en Data eingeführt werden

$$\alpha = \beta \left(\frac{r}{t}\right)$$
$$= 0{,}0002 \,.\, \left(\frac{2}{5}\right)^3$$
$$= 0{,}000\ 0128$$

gerade Linie, welche in der Richtung dieses Gefälles auf-
verlängert wird, trifft den ursprünglichen Wasserspiegel des
s in der Entfernung

$$z = \frac{H}{\beta - \alpha} = \frac{5 - 2}{0{,}0001872} = 16025 \text{ Fuss}$$

wo H wie früher die Stauhöhe bezeichnet. Die ganze Stau
oder S ist aber nach Dubuat

$$S = 1{,}9 \,.\, z = 30448 \text{ Fuss}$$

Nach der von d'Aubuisson angegebenen Regel würde
sehr nahe dasselbe Resultat finden. Legt man nämlich d
den Stau vor dem Wehre eine Horizontale, so trifft diese
frühern Wasserspiegel des Stromes in der Entfernung

$$z' = \frac{H}{\beta} = 15000 \text{ Fuss}$$

daher die ganze Stauweite

$$2\, z' = 30000 \text{ Fuss}$$



Zehnter Abschnitt.

gulirung der Ströme.

---

§. 67.

Zweck der Stromregulirung.

ist schon oben nachgewiesen, dass die Ströme im natürlichen ande fortwährenden Veränderungen unterworfen sind. h das Abbrechen des einen und das Anwachsen des andern s verlegt sich das Strombett unaufhörlich auf andere Stellen Flussthales. Die Serpentinen, welche sich darin bilden und wieder selbst zerstören, tragen zu dieser fortwährenden Umaltung des Stromlaufes wesentlich bei, und dieser Wechsel übt ler auf das ganze Flussthal den vortheilhaften Einfluss aus, eine gleichmässige Erhöhung desselben stattfindet. Sollten elne seitwärts gelegene Stellen des Thales besonders tief sein, ziehn sie vermöge ihrer niedrigen Lage die Strömung des hwassers vorzugsweise zu sich und geben dadurch zu einer tärkten Ablagerung des Materials und sonach zu ihrer eigenen öhung selbst die Veranlassung.

Es ist gewiss nicht in Abrede zu stellen, dass viele Fälle kbar sind und auch häufig eintreten mögen, in welchen das omthal theilweise in einen Sumpf verwandelt wird, ohne dass end eine künstliche Anlage daran schuld ist: es geschieht aber l häufiger, dass dergleichen Versumpfungen durch den Einfluss Bodencultur oder anderer künstlicher Anlagen veranlasst wer-. Schon die Versumpfung der Thäler durch Stauwerke gert hierher, ferner die starke Ablagerung desjenigen Materials, lches die Seitenzuflüsse in Folge der Zerstörung ihres natürhen Uferschutzes dem Hauptstrome zuführen: selbst die Entissung und Auflockerung der cultivirten Ackerfläche in Verbinng mit den Anlagen, welche die schnelle Abführung des Wassers n derselben bezwecken, ist dabei von grossem Einfluss. Der chtigste Umstand, der hier in Betracht kommt, bezieht sich aber

darauf, dass man die Thalfläche, welche möglichst nutzbar gemacht werden soll, nicht mehr der Veränderung, welche bisher darin vorging, preisgiebt, sondern an einzelnen Stellen den Kampf mit dem Wasser beginnt, und die Ufer zu fixiren sucht. Die Veränderungen des Strombettes werden dadurch keineswegs ganz aufgehoben, sondern nur in ihrer bisherigen Regelmässigkeit gestört. Gleichzeitig leidet dadurch aber auch die bisherige ziemlich gleichmässige Ablagerung des Materials auf der ganzen Thalfläche, und noch weniger kann eine solche vor sich gehn, wenn durch hohe wasserfreie Dämme einzelne Theile des Thales dem unmittelbaren Zutritte des Hochwassers ganz verschlossen werden. Der Strom führt nach wie vor, Material mit sich, und erhöht dadurch das Bette und zugleich denjenigen Theil der Thalfläche der ihm zunächst liegt und den er überhaupt erreichen kann. Die abgeschlossenen Flächen hören aber auf anzuwachsen und erhalten dadurch vergleichungsweise zu der übrigen Thalfläche und zugleich auch zum Strombette eine immer tiefere Lage, so dass ihre natürliche Entwässerung erschwert oder auch wohl ganz aufgehoben wird.

Bei dem überwiegenden Einflusse, den die Cultur des Bodens auf die Bewohnbarkeit und den Reichthum der Landschaft ausübt, muss man die Beförderung der Vorfluth, oder die Verhinderung der erwähnten Versumpfungen als den wichtigsten Zweck der Stromregulirung ansehn. Dieser Zweck lässt sich, wie die Erfahrung vielfach gezeigt hat, in den meisten Fällen sehr vollständig erreichen. Indem durch gehörig angeordnete Strombauwerke die Ablagerung des Materials im Bette selbst, und durch Benutzung der Strömung des Hochwassers, diese Ablagerung auch neben dem Bette verhindert wird, gelingt es nicht nur, dem Strome diejenige tiefe Lage, welche er gerade hat, zu erhalten, sondern man hat in manchen Fällen selbst mehr, als nöthig und wünschenswerth war, eine Senkung desselben hervorgebracht. Dass eine solche bei fortgesetzter Hinwirkung auf denselben Zweck ununterbrochen zunehmen sollte, scheint sehr zweifelhaft und mit allen sonstigen Erscheinungen im Widerspruche zu sein. Die Senkung kann, wie die Erfahrung lehrt, halbe Jahrhunderte hindurch langsam zunehmen, aber sie muss aufhören, sobald die einzelnen stellenweisen Verflächungen des Strombettes, welche

en Wasserabfluss hemmten, beseitigt sind. Ist dieses ge- so ist ein weiterer Erfolg dieser Art nicht mehr zu er- und das aus den obern Gegenden immer aufs Neue vom herbeigeführte Material muss nunmehr wieder eine gleich- allmählige Erhöhung des Bettes und der dem Hoch- noch zugänglichen Ufer veranlassen, wodurch der Wasser- im Gegensatze zur früheren Erscheinung wieder zu steigen

Man hat diesen Erfolg wohl noch nie in einem Strome ommen, dessen Regulirung man consequent verfolgte, aber il die Grundsätze der Stromregulirung erst in der neusten ige Sicherheit erlangt haben, und die früheren Versuche heils ganz missglückt sind, so darf man sich auch nicht , dass der letzte Erfolg sich bisher noch nicht gezeigt orläufig kann man wohl erwarten, dass bei weitem die d unserer Ströme sich noch stark senken lässt, wenn man überhaupt hinwirken will. Auch selbst da, wo durch dige Eindeichung der Stromthäler eine besorgliche Erhöhung en erzeugt ist, welche nicht nur die natürliche Entwässerung ndereien unmöglich macht, sondern einen Einbruch des in die tiefliegenden Flächen zur Seite immer befürchten wie dieses namentlich in Holland der Fall ist, dürfte ein ssiger Strombau vorläufig noch wesentlich zur Verbesserung hältnisse beitragen. Wenigstens giebt es in dem Holländi- Antheile des Rheins und in dessen Armen noch so viele ungen und so arge Unregelmässigkeiten, dass auf die ung derselben wohl zuerst hingewirkt werden müsste, wenn e Sicherung des Landes befördern wollte, ohne die beste- Culturverhältnisse aufzuheben, welche durch die Deiche sind.

enn man die Abführung des Wassers im Strome befördern o muss man auch die Anschwellungen, welche durch Eis- ungen verursacht werden, zu verhindern suchen. Letztere eils an sich schädlich, hauptsächlich aber durch die Strö- n, welche aus dem gesperrten Strombette seitwärts über die einen Ausweg suchen. Diese reissen stellenweis den Boden d bedecken andererseits wieder die Aecker und Wiesen mit und Kies, so dass deren Ergiebigkeit auf eine lange Reihe ahren und oft auf immer zerstört wird. Die Bildung der

Eisstopfungen ist zum Theil vom Zufall abhängig, jedenfalls wird sie aber sehr befördert durch scharfe Krümmungen und unnatürliche Verengungen oder Verbreitungen der Profile, und in Folge der letzten auch durch mangelnde Tiefe des Stromes. Daher sind die Maassregeln, welche man zu ihrer Abwendung ergreifen muss, wesentlich dieselben, welche schon die Stromregulirung bedingt. Der Unterschied zwischen beiden liegt hauptsächlich darin, dass im ersten Falle nur das eigentliche Strombett oder das Profil des mittleren und kleinen Wassers, hier aber das Profil des Hochwassers, also das ganze inundirte Stromthal berücksichtigt werden muss. Es kommt daher die Lage der Deiche sehr wesentlich in Betracht. Ein grosser Uebelstand ist es, dass man dieselben fast überall früher und zwar sehr willkührlich angelegt hat, ehe man an die Regulirung des Stromes dachte. Man darf aber die Deiche, wie fehlerhaft sie auch situirt sein mögen, gegenwärtig weder entfernen noch verlegen, ohne den Wohlstand der dabei betheiligten Ortschaften aufs tiefste zu verletzen: sie bilden daher fast immer (am Rhein eben so wohl als an der Weichsel und Nogat) ein so unregelmässiges Fluthbette, dass eben dadurch die Verheerungen zur Zeit der Eisgänge vorzugsweise veranlasst werden. Welche Rücksichten man bei der Anlage neuer Stromdeiche oder bei der Verlegung derselben zu nehmen hat, soll später bei Gelegenheit des Deichbaues auseinander gesetzt werden.

Indem die Stromregulirung den Zweck hat, dem Bette und den Ufern diejenige Gestalt und Richtung zu geben, welche den verschiedenen Interessen am besten entspricht, so folgt hieraus schon, dass man den dargestellten Zustand des Stroms auch fixiren und ihn vor späteren Aenderungen sicher stellen muss. In dieser Beziehung ist es nothwendig, den Uferabbrüchen zu begegnen. Die Regulirung einer einzelnen Stelle ist, wie die Erfahrung sehr häufig gezeigt hat, ohne allen Zweck, wenn ober- und unterhalb derselben starke Abbrüche eintreten und dadurch der Stromlauf sich wieder so wesentlich verändert, dass der gehörige Anschluss auf die corrigirte Stelle aufhört.

Es ist schon früher davon die Rede gewesen, dass die Zusammensetzung des Ufers auf den Abbruch desselben von wesentlichem Einflusse ist: je weniger Zusammenhang die Erdtheilchen aus welchen das Ufer besteht, unter sich haben, um so leichter

-den sie vom Wasser gelöst und um so leichter erfolgt der -rabbruch. Der sandige oder kiesige Boden, in welchem die -sten Ströme Norddeutschlands ihre Betten eingeschnitten haben, besonders nachtheilig. Wenn man sich an diese Verhältnisse -nnert und zugleich die Kosten und die Sorgfalt berücksichtigt, bei uns erforderlich sind, um die Ufer auf denjenigen Stellen, dem Angriffe des Stromes besonders ausgesetzt sind, zu er-lten, so erstaunt man, wenn man neben andern Strömen, z. B. der Seine in der Umgegend von Paris, auf meilenlange -recken kaum eine Spur von Uferabbruch bemerkt, obgleich auch -rchaus gar nichts zur Erhaltung der Ufer oder zur Regulirung -s Stromes geschehn ist. Eben dieser Umstand, der eine sehr -sche Umgestaltung der Strombetten bei uns veranlasst, war wohl -r Grund, weshalb die Mittel zur Darstellung und Erhaltung -nes brauchbaren Stromlaufes gerade in Norddeutschland am -rschiedenartigsten versucht und mit grösserer Sicherheit, als -derswo erprobt sind. Der Rhein hat auch im obern Theile -ines Laufes, von Basel abwärts, sandige oder vielmehr kiesige -fer, die wenig Widerstand leisten. Minard führt an*), dass -e Ufer des Rheins hier zuweilen in einem Jahre um 120 Meter -2 Ruthen) und sogar um 10 Meter ($2\frac{2}{3}$ Ruthen) in einem Tage -rückweichen. Wenn die ersten dortigen Versuche zur Bildung -nes regelmässigen Stromlaufes, wie sie Defontaine sehr aus-hrlich beschrieben hat, wenig Erfolg hatten, und oft noch -rössere Unordnungen herbeiführten, als diejenigen waren, die -an beseitigen wollte, so rührte dieses wohl allein davon her, -ass man den vorstehend als nothwendig bezeichneten Zusammen-ang solcher Anlagen mit den vorhergehenden und nachfolgenden -tromstrecken nicht gehörig beachtet hatte, und von der Wirk-amkeit eines einzelnen Baues sich zu viel versprach.

Durch die Deckung der Ufer wird ausserdem noch ein an-erer Vortheil erreicht, der weniger das allgemeine, als das Pri-vat-Interesse der einzelnen Uferanwohner betrifft: ihr Eigen-thum wird vor Beschädigung und gänzlicher Zerstörung sicher gestellt. Dieser Umstand ist in vielen Fällen von geringer Wich-tigkeit: wo nämlich der Strom oder der kleinere Fluss keine

*) *Cours de Construction.* Paris 1841. pag. 55.

Grenze des Besitzthums bildet, und etwa die beiderseitigen Ufer gemeinschaftliche Viehweide sind, da ist es von wenig Einfluss, ob das Ufer an einer Seite abbricht, insofern es in gleichem Maasse auf der andern Seite wieder anzuwachsen pflegt, bis die frühere Breite des Flusses sich aufs Neue dargestellt hat. Es erfolgt also im Ganzen kein Verlust an nutzbarer Fläche und der geringe Uebelstand, dass das neue Ufer in den ersten Jahren noch kahl und sonach nicht nutzbar ist, steht mit den Kosten der Uferdeckung in keinem Verhältniss. Ganz anders ist es aber, wenn der Strom, wie gewöhnlich die Grenze zwischen den einzelnen Besitzungen oder zwischen den Fluren verschiedener Ortschaften bildet. Für den Grundeigenthümer, der den Verlust erleidet, kann der Vortheil des gegenüber wohnenden Nachbarn keinen Ersatz bieten. In diesem Falle liegt es also im Interesse des Besitzers, die Deckung des abbrüchigen Ufers vorzunehmen. Gewöhnlich ist jedoch der augenblickliche Verlust sehr geringfügig im Verhältniss zu den Kosten des Baues, und der Grundbesitzer ist daher selten, und bei grösseren Strömen niemals geneigt, einen gefährlichen Uferbruch auszudecken.

Wie wenig ein solcher Bruch im ersten Entstehen auf den ganzen Stromlauf von Einfluss sein mag, so zeigt er dennoch sehr nachtheilige Folgen, sobald das Ufer immer weiter zurückweicht. Eine früher ganz regelmässige Stromstrecke kann hierdurch so verdorben werden, dass das allgemeine Interesse dabei endlich leidet, und der Bau, der mit Rücksicht auf seinen Zweck ursprünglich nur Uferbau gewesen wäre, wird jetzt Strombau. Es ist natürlich, dass durch diesen Umstand die Bereitwilligkeit des Uferbesitzers zur Ausführung des Baues noch vermindert wird, indem er schon beim ersten Beginne des Bruches die Hoffnung hegt, dass nach einiger Zeit der Staat den Bau übernehmen muss, und dadurch das Besitzthum, wenn auch vielleicht in etwas geringerer Ausdehnung, als es ursprünglich hatte, gegen weitere Zerstörung doch vollkommen sicher gestellt werden wird. Diese Verhältnisse geben überall zu den unangenehmsten Collisionen Veranlassung, und sie sind für den Baubeamten des Staats um so nachtheiliger, als nicht leicht ein Anderer so genau, als er, die ganze unter seiner Aufsicht stehende Stromstrecke kennt, und so sicher wie er, es beurtheilen kann, wo gerade im allgemeinen

ein Strombau am nothwendigsten sei. Wo er aber einen projectirt und ausführt, da erregt der damit verbundene für das dahinter liegende Grundstück sogleich den Neid n andern Uferbesitzern, besonders wenn sie gleichfalls haben.

Erhaltung eines regelmässigen Stromlaufs ist wesentlich ie **Deckung der Ufer** bedingt, und zwar nicht nur dadurch das Zurückweichen der Ufer stellenweise ver- wird, sondern ausserdem noch durch die Abhaltung grosser oder Kiesmassen, die in diesem Falle in das Bette stürzen selbe verflächen würden. Die **gesetzlichen Bestim- n** sind in Bezug auf die Verpflichtung der Uferbesitzer kung der Ufer gewöhnlich sehr unbestimmt, so dass sie a, wo sie wirklich ausgesprochen sind, häufig nur auf pflanzung der Ufer angewandt werden können, wodurch hr des Uferbruches nicht leicht zu beseitigen ist.

e Verpflichtung des Staats zur Sicherung der Privatufer soviel mir bekannt, nirgends; eine solche würde auch laublichen Opfern für den ersteren verbunden sein, denn rochene Reclamationen und Entschädigungs-Ansprüche sich wiederholen. Nur in dem Falle, dass durch die Re- des Stromes einzelne Uferstrecken bedroht werden, muss ung derselben, wenn es auch Privatufer sind, als wesent- heil der Anlage angesehn werden. Im Allgemeinen ist ohnende Grundbesitzer im Stande, die Erhaltung der Ufer- sehr zu befördern, wenn er kleine Reparaturen daran ten ausführt, und andrerseits kann er durch unzweck- Benutzung des Ufers, namentlich wenn er das Vieh darin lässt, eine baldige Zerstörung der Werke veranlassen.

letzte Umstand macht die Uferbauten in ihrer Unterhaltung st in ihrer ersten Anlage weit weniger kostbar, wenn sie erbesitzer obliegen: und wo dieses gesetzlich feststeht, nicht weiter als Prägravirung angesehn werden, indem Last ist, welche auf dem Besitzstande haftet. An manchen findet dieses in der That statt, und der Vortheil davon ch sehr augenfällig in der viel regelmässigeren Gestaltung ssbettes zu erkennen. Um ein Beispiel für solche Ver- e anzuführen, erwähne ich die Werra im Kurhessischen

Gebiete. Es kann indessen leicht geschehn, dass der Bau, we
zur Deckung eines Ufers erforderlich ist, mit dem Werthe
ganzen Besitzthumes gar nicht mehr im Verhältnisse steht,
denselben vielleicht sogar übersteigt. Dieses würde name
eintreten, wenn ein schmaler Uferstreifen vom Besitzthume ge
wäre: es ist an der Weser in der That vorgekommen, dass
Uferstücken verschenkt worden sind. Es ist indessen klar,
auch der Besitzer der dahinter oder der seitwärts liegenden F
bei dem Abbruche als mit betheiligt angesehn werden muss,
der Bruch kann sich leicht bis in das entferntere Eige
ausdehnen. Hiernach begründet es sich, dass nicht sowoh
einzelnen Besitzer, als die ganze Commun die Verpflichtun
Deckung der Ufer treffen muss. In diesem Falle vertheil
die Last auf Mehrere und wird dadurch für den Einzelnen w
drückend: es tritt dabei auch noch der Vortheil ein, das
Deckung grösserer Uferstrecken im Zusammenhange ausg
und regelmässiger behandelt wird.

Die Verpflichtung bezieht sich indessen immer nur a
Deckung der Ufer, oder auf den eigentlichen Uferbau: der S
bau oder die Regulirung des Stroms kann dem Uferbesitzer
zur Last fallen. Der Unterschied zwischen beiden ist in
Fällen nicht zu verkennen, oft aber ist es sehr schwer, die G
zu bezeichnen, und namentlich giebt der Umstand, dass ein
lassener Uferbau endlich einen Strombau nothwendig macht,
anlassung, dass der Staat, dem die Ausführung der le
obliegt, eine Einwirkung und namentlich eine genaue Co
über die ersteren sich vorbehalten muss. Wenn aber die K
des Uferbaues so bedeutend werden, dass sie die Kräfte der
munen übersteigen und hierdurch eine Verzögerung oder gän
Unterlassung des Baues eintreten würde, so liegt es wied
Interesse des Staats, durch Beihülfe die Ausführung zu
schleunigen und dadurch grössern Opfern von seiner Seite
zubeugen. Dieses Mittel, obgleich unverkennbar einige Wi
dabei stattfindet, bietet dennoch wie es scheint den angemess
Ausweg. Die Verpflichtung zur Uferdeckung bleibt alsdann
geltend, und die Interessenten werden unter allen Umständen
nicht ganz entbunden. Sie müssen sogar um so mehr l
je länger sie die Ausführung verzögert hatten, oder je g

Uebel geworden war. Hiernach ist es Vortheil für sie, den
ruch gleich im Entstehen zu beseitigen. Die Beihülfe von
en des Staats bezieht sich zunächst darauf, dass geübte Strom-
eher oder Kribbmeister zur Beaufsichtigung des ganzen Baues
auch wohl zur Ausführung einzelner Arbeiten gegeben werden:
nächst kann auch das Material, wenn die Gemeinde dieses
t besitzt, aus den Staatswaldungen oder durch Ankauf auf
ntliche Kosten beschafft werden. Für die Anfuhr desselben
die Stellung der nöthigen Arbeitskräfte, sowie auch für die
erhaltung der Werke, muss in der Regel die Gemeinde selbst
gen. Auf diese Weise verschwindet die übermässige Belastung
Uferbewohner, der Strom wird in gutem Stande erhalten, und
sentlich wird, soweit es geschehn kann, jede Veranlassung
mieden, wodurch die ausgeführten Werke beschädigt werden
nten. Die gehörige Befestigung des Ufers führt aber einen
z gesicherten Besitzstand herbei, und die Ueberlassung der
avionen bietet ausserdem noch oft den Uferbesitzern eine sehr
htige Entschädigung für die gebrachten Opfer. In dieser Weise
d in dem untern Theile der Preussischen Weser die Verhält-
se regulirt worden, und zwar so günstig, dass die Uferdeckung
wenigen Jahren beinahe vollständig durchgeführt ist, und im
gemeinen die Kräfte der Anwohner dabei gar nicht in hohem
asse in Anspruch genommen werden durften.

Ein dritter Umstand, der sehr oft und bei grossen Strömen
gar am häufigsten die Regulirung veranlasst, ist das Schiff-
hrts-Interesse. Soweit das Strombette selbst dabei in Be-
cht kommt, erfordert die Schifffahrt vorzugsweise eine hin-
chende Wassertiefe, zugleich aber muss das Fahrwasser die
hörige Breite haben und von scharfen Krümmungen frei sein.
dlich dürfen zu heftige Strömungen oder gar förmliche Wasser-
ürze darin nicht vorkommen. Diese Anforderungen sind nur
m Theil mit denjenigen, welche die Entwässerung des Fluss-
ales betreffen, zu vereinigen. Eine Untiefe, welche sich an einer
nzelnen Stelle bildet, ist in beiden Beziehungen nachtheilig.
benso wird durch grosse Verbreitung oder durch Spaltung des
romes die Tiefe vermindert, und zugleich werden die Ufer
ilt: eine Zurückführung der Breite auf deren angemessene
renzen ist also in jeder Beziehung nothwendig. Wenn man aber

auf grosse Strecken, welche starkes Gefälle enthalten, förderung des Abflusses die Vertiefung des Bettes bewirk so kann dadurch leicht der Wasserstand so gesenkt werd die oberhalb belegene Strecke für den Betrieb der Schiff seicht wird, wodurch die vorgenommene Regulirung meh theil als Vortheil herbeiführen kann. Dasselbe tritt auch ein, wenn man durch Geradleitung des Stromes eine sta kürzung seines Laufes bewirkt. Den letzten Umstand zunächst untersuchen.

Ich habe schon bei Gelegenheit der Entwässerungen §. 28.) nachgewiesen, welcher wesentliche Nutzen aus kürzung des Stromlaufes in Bezug auf die Senk obern Wasserspiegels erreicht werden kann, aber gerade Umstand, der für die Entwässerung so nützlich ist, ka in gleichem und selbst noch grösserem Maasse für die S schädlich werden. Zuweilen meint man wohl, dass ein Verkürzung des Weges auch für den Betrieb der Schiff vortheilhaft sein müsse, aber dieser Vortheil ist so gerin die Opfer, durch welche er erkauft wird, leicht grösser Der Schiffer legt mit geringerem Zeitaufwande und mit Kosten den Umweg von einer Meile zurück, als eine ein tiefe Stelle verursacht, vor welcher er zu Anker gehn Schiff so weit lichten muss, bis es herüber zu bringen ist das Ueberfahren einer starken Stromschnelle, wozu doppe spann erforderlich ist, stellt sich in ähnlicher Weise le unbequemer heraus, als ein geringer Umweg. Die e Uebelstände werden indessen nur in dem Falle durch di leitung des Flusses herbeigeführt, wenn die Niveaudifferenz dem Ober- und Unterwasser sehr bedeutend war, und derselben eine starke Senkung des obern Wasserspiegels Doch auch in diesem Falle geben sich die Uebelstände n zu erkennen, wenn die nächst oberhalb belegene Stro eine überflüssige Wassertiefe hatte, so dass sie der Senk erachtet die nöthige Fahrtiefe behält.

Eine Krümmung ist für die Schifffahrt wirklich na wenn sie so scharf ist, dass das Schiff nur mit Mühe gebracht werden kann: so geschieht es an der obern L weilen, dass die Schiffe mit dem vordern und zugleich

rn Ende das eine Ufer, und in ihrer Mitte beinahe das andere berühren: man darf sich hier wegen des starken Gefälles nur darauf beschränken, die Krümmungen in einem etwas rren Bogen auszuziehn, die Durchstechung der oft nur sehr alen Landzungen zwischen den beiden Schenkeln der Serpentine le eine zu nachtheilige Senkung des Oberwassers veranlassen. Ausser den beiden erwähnten Gründen giebt es noch andere, zuweilen die Geradleitung eines Stromes wünschenswerth erinen lassen. Der Gewinn an kulturfähiger Fläche oft als sehr wichtig angesehn, wenn der alte Stromlauf viel ;er, als der neue ist. Dieser Gewinn tritt aber gemeinhin erst einer langen Reihe von Jahren ein. Neben dem Rheine et man noch jetzt manche alte Arme, die seit hundert Jahren darüber aufgehört haben, eigentliches Strombett zu sein. In r obern Mündung erfolgte die Verlandung ziemlich schnell, an der untern blieb sie nicht aus, aber der mittlere Theil Laufes, der eben dadurch dem freien Zutritte des Wassers dem Eintreiben der erdigen Theile entzogen wurde, hat ahe unverändert seine ursprüngliche Gestalt behalten. Der icher Durchstich dicht oberhalb Xanten wurde 1790 ausgeführt, der alte Arm ist wenigstens zur Hälfte seiner Länge noch t über das Wasser heraufgewachsen.

Endlich ist die Uferdeckung in den scharfen Strommen gemeinhin ausserordentlich schwierig, und wenn die Ufer elbst nicht gehalten werden, so ist das Bette unaufhörlichen änderungen und Verflächungen ausgesetzt, welche wieder leicht stopfungen verursachen können: diese Umstände sind häufig Veranlassung zur Ausführung der Durchstiche. Man darf essen nicht erwarten, dass dadurch mit einem Male diese Uebelnde verschwinden werden. Der Durchstich erhält gewöhnlich starkes Gefälle, es bildet sich daher in ihm eine heftige ömung, welche kostbare Anlagen zur Deckung der Ufer nothndig macht. So erforderte der eben erwähnte Bislicher Durchch sogleich sehr ausgedehnte Arbeiten dieser Art, und ein derer Durchstich im Preussischen Antheile des Rheins, der sonannte Büdericher-Canal neben Wesel, der schon 1785 gegraben rde, aber wegen der geringen Verkürzung des Stromlaufes erst el später sich zum Hauptarme ausbildete, hat eine zusammen-

hängende Deckung der Ufer erforderlich gemacht, die gewiss viel kostbarer geworden ist, als wenn man das alte bedrohte Ufer unmittelbar ausgedeckt hätte. Unterlässt man aber die Sicherstellung der neuen Ufer, so erzeugen sich bald wieder dieselben Unordnungen, die man eben beseitigen wollte. Minard erzählt, dass der Oise beim Dorfe Thourotte ein gerader Lauf gegeben wurde: der sich aber nicht erhielt: die Oise griff wieder die Ufer des Canals an, und zerstörte sie dermassen, dass sie endlich durch fortgesetzten Abbruch genau in das alte Bette zurückkam.

Es sind indessen bei solchen Anlagen keineswegs nur die Ufer des Durchstiches selbst gegen Abbruch zu schützen, denn der Durchstich bildet sich nur nach und nach zum Hauptarme oder zum eigentlichen Strombett aus, und nur in dem Maasse, wie dieses geschieht und der alte Stromlauf verlandet, erhalten die Ufer des letzteren einen natürlichen Schutz. Man darf sich also keineswegs mit der Hoffnung schmeicheln, dass die kostbare Unterhaltung der Ufer in der Serpentine gleich aufhören werde, sobald der Durchstich ausgeführt ist. Ein dritter Durchstich im Unterrhein, der Griether-Canal, wurde 1820 eröffnet, und obgleich er sich jetzt vollständig zum Hauptarme ausgebildet hat, so erfordert das Dornicker Ufer in der durchstochenen Serpentine noch fortwährend eine sehr kostbare Unterhaltung.

Endlich veranlasst der neue Stromlauf wegen der veränderten Richtung und Geschwindigkeit auch in der unterhalb und oberhalb belegenen Stromstrecke leicht Angriffe des Ufers. Insofern diese aber nicht durch die Wirkung des natürlichen Stroms, sondern durch eine künstliche Anlage veranlasst werden, so richtet der Grundbesitzer wegen jedes Uferabbruches, der dadurch herbeigeführt oder befördert zu sein scheint, Entschädigungsforderungen an den Staat, der den Durchstich ausführen liess. In der oberhalb belegenen Stromstrecke pflegt die Richtung der Strömung gar nicht verändert zu werden, wenn der Durchstich zweckmässig angeordnet war, aber wohl ändert sich hier die Stärke der Strömung, vorausgesetzt, dass überhaupt das relative Gefälle ansehnlich vermehrt wird. In der nächsten Zeit beschränkt sich das starke Gefälle auf den Durchstich selbst, sobald aber hier die Vertiefung eingetreten ist, nimmt der Strom auch oberhalb ein grösseres G[efälle] und zugleich eine grössere Geschwindigkeit an, und dadurch

…cht nachtheilig auf die Ufer einwirken. Glücklicher Weise …die Vermehrung des relativen Gefälles so unbedeutend zu …, dass sie sich nicht weit zu erkennen giebt. In höchst …ender Weise geschah dieses aber, als die Weichsel im Februar …bei dem Dorfe Neufähr nach der See durchbrach und ihren …beinahe um zwei Meilen abkürzte. Das oberhalb der neuen …ung belegene Dorf Bohnsack wurde so sehr in Angriff ver… dass mehrere Gebäude schnell abgetragen werden mussten, …ie verstärkte Strömung hat sich seitdem viel weiter aufwärts …dehnt und vielleicht noch nicht ihre Grenze erreicht.

…lle diese Umstände, verbunden mit der in solchen Fällen … wiederholten, aber wohl noch niemals nachgewiesenen Be…ung, dass auch unterhalb des Durchstiches die Strömung …rkt werde, lassen es höchst bedenklich erscheinen, in einem …n Strome eine Geradleitung vorzunehmen. Es können freilich …vorkommen, wo der Nutzen eines solchen Unternehmens in … auf die Entwässerung und Culturfähigkeit der angrenzenden …reien überwiegend ist: aber immer wird es nöthig sein, die …wähnten Punkte vorher genau zu untersuchen, und den Ein… der Anlage auf alle Umstände zu prüfen. Ein grossartiges …iel für das Gelingen einer solchen Anlage bietet die lange … von Durchstichen am Oberrhein, welche seit 1817 in Baden …Baiern ausgeführt sind. Die nähere Beschreibung derselben …päter, wenn von der Ausführung der Durchstiche die Rede …mitgetheilt werden; hier bemerke ich nur, dass das relative …le des Rheins weder in den Stromkrümmungen, noch in den …hstichen bedeutend war, woher sich weder eine heftige Strö…, noch auch eine für die Schifffahrt nachtheilige Senkung …Wasserspiegels darstellen konnte.

Was die Beseitigung der Untiefen im Strombette betrifft, …arf man nicht hoffen, dass dieselben für immer verschwunden … werden, wenn man sie einmal durch künstliche Aufräumung …eschafft hat. Besteht die Verflächung aus demselben Material, …ches der Strom gewöhnlich mit sich führt, und wird die Ur…e nicht aufgehoben, welche die Ablagerung desselben gerade …dieser Stelle veranlasste, so muss man besorgen, dass beim …hsten Hochwasser oder bei anderer Veranlassung die flache …le in ganz gleicher Weise sich wieder ausbilden wird, wie sie

früher bestand. Nur in dem Falle, wenn das Bette durch ragende Felsen, oder auch wohl durch besonders grosse Stein oder Baumstämme u. dergl. verengt wurde, darf man sich der Aufräumung einen dauernden Erfolg versprechen. Da geschieht auch noch, wenn man durch andere Anlagen die tung des Stroms gleichzeitig verändert und denselben in künstlich eröffnete Fahrwasser leitet. Hat man dabei nicht die Strömung des kleinen Wassers, sondern auch die des wassers gehörig berücksichtigt, so wird die ausgebaggerte sich nicht nur erhalten, sondern auch verbreiten und ver und sich zum eigentlichen Stromschlauche ausbilden. Man aber gerade durch die Eröffnung solcher Rinnen die Wirksam der anderen Strom-Regulirungswerke ausserordentlich beför und das Schifffahrts-Interesse erfordert es häufig nothwendig, neues Fahrwasser vorher zu eröffnen, ehe das alte verbaut In diesen Fällen sind Aufräumungen des Bettes nicht nur gemessen, sondern sehr nützlich und selbst nothwendig: man aber die Sand- und Kiesbänke aus dem Fahrwasser durch Baggerung entfernen will, ohne zugleich durch geh Regulirung des Stroms ihr Wiedererscheinen zu verhindern, der Erfolg nur temporär, und man muss nach kurzen Zwisch räumen, gewöhnlich nach jedem Hochwasser, die Arbeit aufs vornehmen.

Die erwähnten Verhältnisse werden gemeinhin nicht rich beurtheilt. Besonders haben die Nachrichten in den öffentlich Blättern über die Schiffbarmachung der Clyde viel dazu beigetrag dass man in Deutschland glaubt, der Nutzen der blossen baggerung eines Flusses sei in diesem Falle bereits erprobt word Baggermaschinen wurden freilich hierbei auch angewendet, vielleicht gerade hier zum ersten Male mit Benutzung der Dam kraft in einem vorher noch nie versuchten Maassstabe. Nich desto weniger diente die Baggerung nur dazu, um das künst gebildete Strombett von einzelnen sehr fest abgelagerten Bänk frei zu machen. Die Hauptsache beim ganzen Unternehmen wie Telford dieses ausführlich beschreibt, die Einschränkung Verstärkung des Stroms durch neue Ufer. Hierdurch allein dem Wiedererscheinen der Untiefen vorgebeugt, und der selbst wirkte sogar viel kräftiger auf die Vertiefung seines

s die Baggermaschinen. Da Beispiele aus England bei uns sonders beachtenswerth angesehn werden, so will ich ein über die Baggerung der Themse vor Woolwich nach der lung in Nautical Magazine *) anführen: „Es ist eine aufde Thatsache, dass die Baggerung der Themse vor Wool- in den Jahren 1808 bis 1816 die enorme Summe von 00 Pfund Sterling gekostet hat, und dennoch der Strom mselben schlechten Zustande blieb, wie er sich immer ben hatte. Der Schlamm und feine Sand häuft sich sogar r mehr an, statt abzunehmen. 1816 allein wurden hierzu 0 Pfund, und es werden noch jährlich im Durchschnitt 0 Pfund verausgabt, ohne dass man einen Erfolg wahren kann."

Bei stehendem Wasser, wo die Ursache zur Bildung der Unganz fehlt, oder so geringe ist, dass sich die Tiefe nur angsam vermindert, ist die Baggerung von dauerndem Erfolge: trömen aber, in welchen eine gewisse Tiefe und stellenweise eine überflüssige Tiefe sich immer von selbst darstellt, muss das regelmässige Strombett durch die Benutzung der Kraft Stromes selbst darstellen, und dieses geschieht, indem man igen Umstände entfernt, welche bisher an einzelnen Stellen Bildung einer hinreichenden Tiefe verhinderten. Die Aufgabe ht also darin, den Strom so zu leiten, dass er selbst die nschte Tiefe oder sonstige Gestaltung seines Bettes erzeugt: wenn dieses erreicht wird, darf man hoffen, die günstigen ltate, wenn sie auch auf andere Art herbeizuführen wären, rnd zu erhalten.

Sobald man indessen eine Untiefe beseitigt und eine regelige, gehörig breite und tiefe Rinne durch dieselbe darstellt, ritt sogleich der Erfolg ein, dass der Wasserspiegel er obern Strecke sich etwas senkt. Indem aber diese Rinne Virksamkeit zunimmt, jemehr ihr Querprofil dem ganzen Profile Stromes sich nähert, so folgt daraus wieder, dass diese kung sich vorzugsweise bei kleinem Wasser zu erkennen geben

*) *Nautical Magazine.* Juli 1840. aufgenommen in *Brooks Trea- on the improvement of the navigation of Rivers.* London 1841.

wird, also gerade in der Zeit, wenn die Verminderung der Wa tiefe für die Schifffahrt am nachtheiligsten ist. Dass solche folge bei Stromregulirungen wirklich eintreten, ist schon (§. 57) nachgewiesen worden: als ein sehr auffallendes Be in dieser Beziehung will ich noch die gegen das Ende des gangenen Jahrhunderts ausgeführte Vertiefung der Alle in Preussen erwähnen. Der Fluss hatte stellenweise eine hinreich Tiefe für kleinere Fahrzeuge, er wurde aber vielfach durch häufungen von grossen Granitblöcken gesperrt, welche den Be der Schifffahrt unmöglich machten. Man fasste die Idee, weitere Untersuchung des Gefälles, die einzelnen Steinriffe z seitigen und zwischen denselben ein Fahrwasser von hinreich Breite und Tiefe zu eröffnen. Mit den obersten Riffen g dieses Anfangs auch vollständig, aber wie man mit der A weiter stromabwärts kam, so senkte sich natürlich der Wa spiegel in der obern Stromstrecke immer mehr, und dieje Steinblöcke, welche früher so tief lagen, dass sie nicht be sichtigt zu werden brauchten, erschienen nunmehr wieder in ger Tiefe unter dem Wasser und bildeten ein neues Hinderniss die Schifffahrt. Als die Arbeit endlich beendigt war, zeigte es dass dadurch gar nichts gewonnen sei, denn die tiefer lieg Steine hemmten wieder sehr genau in derselben Weise den Be der Schifffahrt, als es vorher die obern gethan hatten.*)

Betrachtet man den oben (§. 65) entwickelten Ausdruck

$$h = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{M\,l}{b^2\,t^3}$$

so ergiebt es sich, dass der Werth des absoluten Gefälles s wenn auch die Wassertiefe oder t vermehrt wird, sich noch zwei verschiedene Arten in seiner Grösse erhalten, oder viel sogar vergrössern lässt. Einmal geschieht dieses durch Ve gerung des Stromlaufes oder Vergrösserung von l, und so durch Verminderung der Breite oder b.

---

*) Der Geheime Ober-Baurath Cochius, der als Bau-Condu diese Arbeiten ausführte, hat das dabei angewendete Verfahren Sprengen der grösseren Blöcke in der Sammlung nützlicher Auf und Nachrichten, die Baukunst betreffend, beschrieben. Jahrgang Theil II. Seite 72 ff.

Dies erste Mittel bezieht sich zunächst darauf, dass man stlich **Stromkrümmungen** oder Serpentinen bildet: dieses zuweilen vorgeschlagen, aber wohl nie ausgeführt worden. muss hierbei indessen darauf aufmerksam machen, dass die mmung des Stroms noch in einer andern Art, die sich aus er Formel nicht zu erkennen giebt, auf die Verminderung der chwindigkeit oder bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit auf Vergrösserung des Gefälles hinwirkt. Dieses geschieht durch stärkere Zerstörung der lebendigen Kraft des strömenden ssers, welche durch die Aenderung der Richtung veranlasst d und sich in den viel lebhafteren inneren Bewegungen zu ennen giebt. Directe Beobachtungen hierüber sind mir nicht kannt geworden.

Ausserdem aber tritt bei Strömen, welche abwechselnd sehr rke und sehr schwache Gefälle haben, wodurch sich namentlich Bergströme charakterisiren, auch noch die Möglichkeit ein, Werth von l zu vergrössern oder **das starke Gefälle** eine grössere Länge des Stroms zu **vertheilen**, und dieses nicht nur thunlich, sondern pflegt auch vollständig zum Zwecke führen. Wenn man nämlich eine starke Stromschnelle be- tigen will, in welcher eben das grosse Gefälle eine heftige schwindigkeit und dadurch wieder eine starke Reduction des ofiles und der Tiefe erzeugt, so lässt sich die grössere Tiefe rstellen, wenn man oberhalb oder unterhalb der Stelle eine Ein- hränkung des Stromes vornimmt. Durch diese wird das Profil rmindert und folglich eine grössere Geschwindigkeit erzeugt: r Bildung der letzteren ist aber ein grösseres Gefälle erforder- ch, welches einen Theil des früheren starken Gefälles an der corrigirenden Stelle aufhebt. Die Schifffahrt gewinnt bei diesem erfahren in doppelter Beziehung, es stellt sich nämlich eine rössere Wassertiefe dar, und ausserdem wird die Geschwindigkeit uch weniger heftig, als sie früher war. Es ist von dieser Cor- ections-Methode an der Mosel verschiedentlich Gebrauch gemacht orden, wie z. B. neben dem Städtchen Cochem, und wenn gleich die ersten Einschränkungswerke ohne allen Zweck zu sein scheinen, n sie in fast stillstehendem Wasser erbaut wurden und dess- Anfangs gar keine Einwirkung auf den Strom bemerken ssen, so stellte sich eine solche doch während des Fortschreitens

der Arbeit ein, und die Strömung wurde endlich vor diesen W eben so kräftig, wie sie an derjenigen Stelle blieb, wo frü ganze Gefälle concentrirt gewesen war.

Führt man eine solche starke Einschränkung unterha untiefen Stelle aus, so hebt man in dieser den Wasserspie vergrössert dadurch die Wassertiefe. Dieses ist besonder vortheilhaft, wenn die Untiefe aus einem durchstreichenden riffe besteht, welcher sonst weggesprengt werden müsste. weit von Coblenz auf den sogenannten Weissen-Layen i Mosel ist hierdurch in Verbindung mit Sprengungsarbeit brauchbares Fahrwasser gebildet worden, welches die Schiffe bei sehr kleinem Wasserstande im Rhein jetzt sicher be können, während früher die vielen vorragenden Felsen, auf sie durch den heftigen Strom leicht aufgestossen wurde häufigen Unglücksfällen Veranlassung gaben.

Gewissermaassen stellt sich bei jeder Beseitigung einer ein Erfolg ein, der mit der Vertheilung des Gefälles au grössere Stromlänge zusammenhängt. Die Senkung des W spiegels in der nächst oberhalb belegenen Strecke bedingt n daselbst eine grössere Geschwindigkeit, und diese wied grösseres Gefälle. Auf solche Weise können einzelne Regulir besonders wenn sie an sich keine starke Verminderung de fälles herbeiführen, auch nicht weit stromaufwärts die Se des Wasserspiegels ausdehnen, und man kann sie an s Strömen, die nur hin und wieder mit Untiefen versehn sin dazwischen grössere Tiefe haben, unbedenklich vornehmen.

Endlich ergiebt es sich aus der vorstehenden Formel durch Verminderung der Breite sich das Gefälle ändert in seiner Grösse erhalten lässt, wenn gleich die zunimmt. Man bemerkt freilich, dass zu diesem Zwecke die in stärkerem Verhältnisse reducirt werden muss, als die Tie vergrössert. Ein grosser Uebelstand, der den beabsichtigten leicht aufhebt, ist in diesem Falle eine zu starke Vermehru Tiefe, welche bei leichtem Boden sich nur durch die De desselben verhindern lässt. Die starke Vertiefung ist aber nur insofern nachtheilig, als sie den Wasserspiegel in entspr der Weise senkt, sondern sie hat auch gewöhnlich die Zers der Einschränkungswerke zur Folge. Die sogenannten Ra

en, welche eine Erhebung des Wasserspiegels in der er- ten Weise zum Zweck haben, erfüllen denselben nur, wenn Strombett zwischen ihnen sehr fest ist und dadurch eine weitere efung unmöglich wird. Ausserdem sind sie für die Schiff- meist sehr unbequem.

Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass man bei Strom- lirungen keineswegs jeden beliebigen Erfolg herbeiführen kann, elbe ist vielmehr durch äussere Verhältnisse und namentlich h die Wassermenge des Flusses und durch das Gefälle strenge ngt, so dass gewisse Grenzen, die oft ziemlich nahe liegen, t überschritten werden können. Wenn es Absicht ist, durch vorzunehmende Regulirung die Vorfluth zu befördern, so hängt Senkung des Wasserspiegels vorzugsweise vom Gefälle des mes ab, und wenn dieses an sich schon sehr geringe ist, wird die Senkung auch nie bedeutend ausfallen. Andrerseits, n man die Schifffahrt erleichtern und zur Zeit des kleinsten ssers eine grössere Fahrtiefe darstellen will, so lässt sich durch eigentliche Stromregulirung, das heisst ohne dass man Wehre andere ähnliche Anlagen ausführt, die eine künstliche An- nnung des Wasserspiegels bezwecken, gemeinhin die Tiefe ht stark vergrössern. Es geschieht nicht selten, dass in der ürlichen Ablagerung der Sandbank zur Zeit des kleinen Wassers e Rinne von derselben Tiefe schon vorhanden war, welche ch erfolgter Regulirung das Bette annimmt. In Bezug auf die efe scheint in solchem Falle wenig gewonnen zu sein, aber grosse Vortheil, den die Schifffahrt aus der Correction des omes zieht, besteht darin, dass diese Tiefe jetzt wirklich nutzbar worden ist, während die frühere es nicht war, indem das grosse hiff eine enge und dabei vielleicht noch gekrümmte oder sehr hräge gegen den Strom gerichtete Rinne nicht verfolgen kann. ereignet es sich auch häufig, dass man bei Untersuchung einer ntiefe wirklich den gehörigen Wasserstand vorfindet, der nach r Angabe der Schiffer nicht vorhanden sein soll: aber es ist türlich, dass die letzteren nur denjenigen Weg berücksichtigen, n sie wirklich durchfahren können. Dazu kommt noch, dass i sehr schräger Richtung oder grosser Entfernung des Fahr- rs vom Leinpfade, besonders bei heftiger Strömung, das in der Bergfahrt oder beim Heraufgehen durch die Zugleine

stark seitwärts geneigt, und sonach auch der flache Bod
Schiffes nicht mehr horizontal, sondern an der dem Lei
ungekehrten Seite um mehrere Zolle und selbst einen halbe
tief herabgedrückt wird. Hierbei kann es bei mässiger Tie
Fahrwassers leicht geschehn, dass das Schiff aufstösst und
fortzubringen ist, obgleich die Wassertiefe sogar etwas gr
als die gewöhnliche Einsenkung des Schiffes gemessen
Umstände dieser Art sind für den Verkehr von der äuss
Wichtigkeit, und indem sie durch eine gehörige Stromregu
beseitigt werden, so erfährt die Schifffahrt dadurch eine au
ordentliche Erleichterung, wenn auch die Vergleichung der T
wie sie vor und nach dem Bau bei gleichem Wasserstand
messen wurden, gar keine grosse Differenz ergeben sollte.
sich hierbei aber noch eine Zunahme der Tiefe von etwa
auf den flachen Stellen heraus, so ist der Nutzen schon
wesentlich: der Schiffer kann ein regelmässiges Fahrwasser le
gewinnen und verfolgen, und desshalb vergrössert er die
senkung des Schiffes weit stärker, als man nach der Verme
der Tiefe erwarten sollte.

Die hier kurz angedeuteten Methoden zur Stromregul
beziehn sich vorzugsweise darauf, dass man die beabsich
Verbesserungen nicht unmittelbar durch bauliche Anlagen h
führt, sondern durch diese nur eine gewisse Einwirkung au
Strom ausübt, und dadurch den Strom selbst veranlasst, di
wünschte Umgestaltung des Bettes hervorzubringen. Bei
andern Wasserbauwerken ist das Verfahren ein wesentlich
schiedenes, indem die Ausführung unmittelbar die Verhäl
so darstellt, wie man sie gebraucht. Auch für den Str
wäre dieses nicht unmöglich: man dürfte sich dabei aber k
wegs allein auf die Bildung des tiefen Schlauches beschrä
sondern man müsste zugleich dafür sorgen, dass der Strom d
vorgezeichneten Weg nicht wieder verlassen und die Rinne
werfen kann. Dieses würde aber nur geschehn, wenn eine
ständige Umgestaltung der Ufer vorgenommen wäre. Die K
dieser Arbeit würden so gross ausfallen, dass man solche Anl
nie in der Ausdehnung ausführen könnte, als es wirklich gesch
Die Regulirung des Stroms kostet unter gewöhnlichen Verhältn
noch weniger, als die Erbauung einer Strasse von gleicher Lä

mässigen Erdarbeiten, theils in Bezug auf die Vertiefung
wassers, theils auch bei der Bildung der Ufer, werden
er nicht als Auf- und Abtrag durch Handarbeit dar-
man benutzt vielmehr die Kraft des Stromes, um sowohl
auszutiefen, als auch die Ufer in gehöriger Form und
rzustellen. Damit aber das Hochwasser nicht etwa den
tromschlauch wieder mit Sand und Geschieben verschütte,
n dafür sorgen, dass auch zur Zeit der Anschwellungen
hafte Strömung darin erhalten wird. Man kann es nach
its früher mitgetheilten Erfahrungen über die Verflächung
mbettes als eine Hauptregel ansehn, dass der Strom des
ssers in das eigentliche Strombett oder dahin gewiesen
muss, wo auch das niedrige Wasser fliesst. Ausserdem
es darauf an, die Strombauwerke so anzuordnen, dass die
nten Umformungen wirklich eintreten, und dieses setzt
naue Kenntniss der Wirksamkeit des Wassers voraus.
dieser Theil der Hydraulik ist indessen bisher sehr wenig
Beobachtungen aufgeklärt worden. Ich will im Nach-
n die Erfahrungen und Schlüsse zusammenstellen, welche
einigen Anhalt geben.

§. 68.

Wirksamkeit der Strömung.

Wirksamkeit des Stromes erstreckt sich offenbar nur
als derselbe sich überhaupt im Flussthale ausbreitet. Die-
Flächen, welche durch hohe Umschliessungen vor dem
des Wassers sicher gestellt sind, erfahren daher keine
rungen, und in gleicher Weise werden auch die höher
n Ufer, welche von den Inundationen nicht erreicht werden,
Veränderungen unmittelbar nicht ausgesetzt sein. Bei den
ist jedoch eine Umgestaltung noch insofern möglich, als
s ausgewaschen werden kann und sie alsdann in Folge
gelnden Unterstützung zusammenstürzen. Demnächst aber
Stärke der Strömung auf die Wirksamkeit des Wassers,
on früher erwähnt worden, vom wesentlichsten Einfluss:
bedingt eben sowohl den Abbruch, wie die Erhöhung
chen, und wo sie aufhört, oder unmerklich geringe wird,

hört grossentheils auch die Wirksamkeit des Wassers ganz auf. So sieht man in der That an denjenigen Flächen, welche nur inundirt, aber nicht merklich überströmt werden, auch keine wesentlichen Veränderungen vorgehen. Daher erklärt es sich z. B., dass alte Stromarme, deren obere und untere Mündungen verlandet sind, nur noch unmerklich die erdigen Stoffe aufnehmen, obgleich sie jedesmal beim Wachsen des Hauptstromes auch anschwellen. Wenn das Wasser, mit dem sie sich füllen, nicht Quellwasser oder Grundwasser ist, welches also durch den Boden dringt, so wird die Anfüllung und ebenso die Entleerung immer eine gewisse Strömung bedingen, deren Erfolge sich wenigstens durch die Offenerhaltung der Mündungen, soweit die Strömung dieses erfordert, bemerkbar machen. Ausserdem aber wird das aus dem Strome zutretende Wasser, jenachdem es auf dem Wege bis zur Niederung in stärkerer oder schwächerer Bewegung geblieben war, auch mehr oder weniger erdige Theilchen enthalten, und diese beim Eintritt der vollen Ruhe vollständig ausscheiden, so dass hier eine Art von Colmation vor sich geht, welche jedoch nur ein sehr schwaches Aufwachsen des Bodens zur Folge hat. Der hierbei eintretende Erfolg bleibt desshalb so klein, weil bei jedem Hochwasser nur einmal das Wasser einströmt, und somit der gewonnene Niederschlag sich auf diejenigen erdigen Theilchen beschränkt, die in dieser Wassermenge gerade vorhanden waren.

Hat die inundirte Fläche dagegen besondere Ein- und Ausmündungen, oder steht sie in ihrer ganzen Längen-Ausdehnung mit dem Flusse in freier Verbindung, so erneut sich das Wasser, welches sie anfüllt, fortwährend, und auf diese Weise wird eine viel grössere Quantität von erdigen Stoffen darüber geführt und kann bei gehöriger Wahl der Vorkehrungen auch in sehr grösserer Menge aufgefangen werden. Eine vollständige Abscheidung aller, und auch der feinsten im Wasser noch schwebenden Erdtheilchen ist hierbei freilich nicht möglich, nichts desto weniger gewinnt man doch eine viel grössere Masse Material, als im ersten Falle. In den Niederungen unterscheidet man in dieser Beziehung das magere von dem fetten Wasser. Das erstere ist entweder Quellwasser oder solches, das durch Rückstau eintritt, das letztere wird aus dem Strome oben abgefangen und fliesst fortwährend hinzu. Es ist bekannt, dass dieses die vegetative

orzugsweise befördert und eine sonstige Düngung der Aecker rlich macht.

ie schwereren Massen, welche sich, wie oben beben, vom Boden des Stromes nicht weit entfernen, lagern ur da ab, wo eine starke Strömung stattfindet, und namenta, wo die Geschwindigkeit sich gerade etwas vermindert. zeichnen daher, nachdem das Hochwasser sich verlaufen hat, ichtung und zugleich die Geschwindigkeit der Strömung. man eine Ablagerung derselben an einer bestimmten Stelle lassen, so darf man den Raum nicht vollständig abschliessen: lbe muss vielmehr nicht nur geöffnet, sondern auch einer en Durchströmung freigestellt sein. Der Strom darin muss weniger stark, als im Bette selbst werden, damit dieses rial wohl hinein-, aber nicht herausgetrieben werden kann. lem mehr oder minder vollständigen Verschluss dieser Räume t es ab, ob man gröberes oder feineres Material darin auf-. Sehr augenscheinlich zeigte sich diese Verschiedenheit auf lnen Baustellen an der Mosel. Die Mosel führt besonders reussischen Gebiete sehr grobes Geschiebe, und ein solches t sich auch gewöhnlich an denjenigen Stellen ab, deren Erng man durch passende Strombauwerke befördert. Zuweilen s aber beim Absperren der Stromarme erforderlich, die Werke u einer viel grössern Höhe aufzuführen, weil sie gleichzeitig Uebergange der Leinpferde dienen sollen. Alsdann findet in dem Raume zwischen denselben nicht mehr das grobe, ern ein viel feineres Geschiebe, und zuweilen erfolgt hier r, wie ich es im Trierer Regierungsbezirke gesehn habe, eine gerung von feinem Sande, den man sonst im Strombette gar t bemerkt.

Insofern es bei der Bildung der Ufer darauf ankommt, grosse sen Material aufzufangen, so muss man auch das schwerere chiebe berücksichtigen, und es ist vortheilhaft, dieses vorzugse aus dem Strombette zu entfernen, weil es am leichtesten Bildung neuer Untiefen Veranlassung geben kann. Man wird r wohlthun, die Regulirungsarbeiten so anzuordnen, dass auch schwersten Steine, welche der Strom mit sich führt, noch efangen werden. Bis zu einer grossen Höhe werden sie durch Strom freilich nicht gehoben, aber sie lassen sich leicht in

den tiefen Stellen des Bettes, die verfüllt werden sollen, auffang… Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, dass über diese Ste… zur Zeit des Hochwassers noch eine starke Strömung fortg… sie muss aber allmählig abnehmen, damit das Wasser, indem … hier vorüberzieht, nach und nach die Steine liegen lässt. Besond… kömmt hierbei aber die Strömung in der Nähe des Bodens i… Betracht, und diese lässt sich sehr leicht dadurch mässigen, d… man niedrige Querdämme ausführt, zwischen welchen das schwe… Material sich in grossen Massen abzulagern pflegt. Der Erfol… wird aber vereitelt, wenn die Bauwerke, welche nur am Bode… eine Mässigung des Stromes hervorbringen sollen, den Str… selbst stark schwächen und vielleicht gar bis zum Wasserspieg… heraufreichen. Geschieht das letztere, so bilden diese Querdäm… zwischen sich abgeschlossene Räume, die nur nach der Se… gegen den Strom geöffnet sind. Es ist an sich klar, dass d… starke Durchströmung alsdann aufhören muss, nur die Adhäsi… der darin befindlichen Wassermasse gegen das vorbeiströme… Wasser giebt zu einer rotirenden Bewegung Veranlassung. I… Beziehung auf Verlandung sind die Erfolge in diesem Falle seh… geringe, in der Mitte des Raumes zeigt sich eine solche wo… zuweilen, doch pflegt sie vom Ufer, sowie auch von den nächst… beiden Querdämmen durch tiefe Rinnen getrennt zu bleiben.

In einiger Höhe über dem eigentlichen Strombette kann m… nach dem bereits Angeführten nicht mehr das grobe Material au… fangen, wohl aber lässt sich auch hier noch leicht die Verlandung durch Sand und die feineren Thontheilchen bewirken, die i… Wasser schweben und die Trübung desselben hervorbringen. Man muss zu diesem Zwecke in ähnlicher Weise wieder bemüht sein, an den Stellen, wo der Niederschlag erfolgen soll, die Ge- schwindigkeit zu mässigen. Die Mittel dazu sind insofern etwas von den früheren verschieden, als die Geschwindigkeit oder Strö- mung hier schon an sich schwächer ist, und daher leichtere Con- structionen gewählt werden dürfen, wie z. B. Flechtzäune, Rausche… und Pflanzungen. Man muss aber auch in diesem Falle d… wesentliche Bedingung, nämlich das Vorhandensein der Strömung nicht unberücksichtigt lassen. Das Wasser muss einen offene… Zugang und ebenso einen freien Abfluss haben, wenn dabei … derselben sich zufällig schliessen sollte, wie dieses sehr l…

r obern Mündung geschieht, so muss man denselben wieder tlich eröffnen, indem man etwa das Weidenstrauch an einer e ausrodet, oder auch wohl durch Handarbeit einen vollstän- Zuleitungsgraben ausführen lässt.

Die Verhältnisse, welche bei der Verlandung oder beim Ab- n des vom Strome herbeigeführten Materials eintreten, lassen in der bezeichneten Weise erklären, und die Erscheinungen nen damit, wie ich immer gefunden habe, ganz genügend ein. Bei der Vertiefung des Strombettes und beim iff der Ufer ist dagegen die Erscheinung viel complicirter, sie scheint, wie schon oben (§. 56) angeführt wurde, weniger derjenigen Geschwindigkeit, die man in der Richtung des nes misst, als vielmehr von der innern Bewegung des sers abhängig zu sein. Insofern gemeinhin beide gleichzeitig und abnehmen, so ist es schwer, sie von einander zu trennen ihre Wirkungen einzeln wahrzunehmen. Was den Nieder- g der im Wasser enthaltenen erdigen Theile betrifft, so ist elbe ohne Zweifel gleichfalls durch die inneren Bewegungen gt, aber indem diese sich in solchem Falle nicht neu zu er- en pflegen, sondern vielmehr gemeinhin durch die Anlagen, he die Mässigung der Geschwindigkeit bezwecken, auch auf- hen werden, so ist die Berücksichtigung der absoluten Ge- indigkeit ausreichend. Ganz anders ist aber das Verhältniss Angriff des Bodens, und viele Erscheinungen, die man hierbei eten sieht, bleiben unerklärlich, so lange man nur die Ge- indigkeit in der Richtung des Stromes betrachtet.

Dubuat, der seine Untersuchungen meist auf sehr kleine und lmässig geformte Wasserläufe beschränkte, welche solche innere egungen in weit geringerem Maasse zeigen, nimmt an, dass jede Art von Material eine gewisse Geschwindigkeit (in der tung des Stromes gemessen) gehöre, wobei dieses Material, n es die Sohle oder die Wand des Bettes bildet, nicht an- iffen wird, und wobei es zugleich auch nicht abgelagert wird, n es im Wasser schwebend enthalten ist, oder von demselben den Boden fortgeschoben oder gestossen wird. Es wird also Voraussetzung gemacht, dass eine stärkere Strömung erforder- sei, das abgelagerte Material wieder aufzuheben und in Be- ung zu setzen, als die Fortsetzung der Bewegung desselben

erfordert. Jene Geschwindigkeit, welche den Beharrungsst Bettes bedingt, versuchte Dubuat durch Beobachtungen f schiedene Erdarten und Steine, welche in den Flüssen vork zu ermitteln. Zum Verständniss dieser Beobachtungen, Resultat ich nachstehend vollständig mittheile, muss m daran erinnern, dass Dubuat, wie oben erwähnt ist (§. 6 ganz constante Beziehung zwischen der Geschwindigkeit Oberfläche und an der Sohle annimmt. Er sagt*): „Es „sich aus diesen Beobachtungen, 1) dass der braune „wie ihn die Töpfer gebrauchen, obgleich er unter allen „Stoffen das grösste specifische Gewicht hat, dennoch der W „des Stroms nicht früher widersteht, als bis die Geschwi „am Boden auf 3 Zoll in der Secunde, oder an der Ob „auf 8 Zoll abgenommen hat. Die Leichtigkeit, womit das „ihn angreift, rührt ohne Zweifel von der grossen Feinhei „Theilchen oder davon her, dass die Oberfläche dieser Th „im Verhältniss zur Masse sehr gross ist. 2) Der fein „fängt an zu widerstehen, wenn die Geschwindigkeit am „auf 6 Zoll oder an der Oberfläche auf 12 Zoll sich verr „3) der grobe und scharfe Sand, wenn die Geschwi „am Boden weniger als 8 Zoll beträgt. 4) Der Kies „Seine, der entweder fein, mittel oder grob ist, wird nic „angegriffen, wenn die Geschwindigkeit am Boden resp „7 und 12 Zoll beträgt. 5) Die abgerundeten Geschie „einem Zoll im Durchmesser widerstehen einer Geschwi „von 24 Zoll, und endlich 6) die eckigen Feuersteine „Grösse eines Hühnereies einer Geschwindigkeit von 36

Diese Maasse beziehn sich auf das Pariser Fussmaa Unterschied gegen jedes andere kommt indessen wenig in B da die Resultate an sich viel unsicherer sind. Die Beobac wurden in einem künstlichen Canale angestellt, die Dime desselben giebt Dubuat nicht näher an.

Diese Resultate sind, ohne dass man sie, soviel ich weiter geprüft hat, in alle späteren Lehrbücher der angew Hydraulik übergegangen, und man benutzt sie nicht selten

---

*) *Principes d'Hydraulique* I. §. 71. Die vollständigen B tungen sind II. §. 399 enthalten.

f ankommt, die Erfolge gewisser Anlagen vor der Aus- nachzuweisen. Man nimmt alsdann übereinstimmend mit an, dass beim Eintritt grösserer Geschwindigkeiten das und Canalbett angegriffen, und im Gegentheile es erhöht lächt wird, wenn die Geschwindigkeiten geringer sind und effenden Stoffe vom Wasser herbeigeführt werden. Der ber, weshalb man diesen Resultaten ein so grosses Zu- eschenkt hat, liegt meines Erachtens allein in der Schwierig- Unsicherheit, womit die Anstellung solcher Beobachtungen en ist. Ich versuchte es, dieselben für verschiedene Sand- n wiederholen, aber es war mir nicht möglich, eine be- Beziehung zwischen der Geschwindigkeit und der Beweg- des Materials aufzufinden: an einzelnen Stellen, wo das leiner und sonach die Geschwindigkeit grösser war, als rn Stellen, lag der Sand ganz fest und wurde sonach an- während er an der letztern fortgetrieben wurde.

ch bei grossen Strömen kommen nicht selten Fälle vor, mit der letzten Erfahrung übereinstimmen, und in solchen , wo die mittlere Geschwindigkeit ohne Zweifel am grössten r keinen Angriff durch das Wasser, sondern sogar eine ende Verlandung zeigen. Es ist indessen immer sehr ig, für ein Strombette die Geschwindigkeiten, welche bei denen Wasserständen an derselben Stelle eingetreten sind, zu schätzen und deren Wirkungen zu erkennen. Jedenfalls n annehmen, dass der Angriff, den das Wasser irgendwo len Boden ausübt, ganz unabhängig von dem Umstande ist, Wasser sich daselbst in der Richtung des Stroms oder von derselben abweicht. Man wird daher auch nicht in der Richtung des Stroms gemessenen Geschwindigkeit uf die Grösse des Angriffs schliessen können. Mindestens an die Geschwindigkeit des vorbeistreifenden und angrei- Wassertheilchens in ihrer absoluten Grösse als Maass der g betrachten, und wahrscheinlich ist die letztere noch durch htung bedingt, unter welcher das Wassertheilchen das Ufer ofür man auch den entsprechenden Druck einführen kann. e möglich, dass der verstärkte Druck an einzelnen Stellen gewissen Umständen sogar das Wasser durch den Boden hdringt und dadurch die Erdtheilchen auflockert, wie dieses

in dem Falle geschieht, wenn ein starker Wellenschlag vor dem Ufer stattfindet und der Wasserdruck in Folge desselben abwechselnd bald grösser bald geringer wird. Gewiss leidet es aber keinen Zweifel, dass ein Sandkörnchen oder kleiner Stein durch den von einer Seite dagegen ausgeübten Druck fortgerissen wird. Wahrscheinlich erfolgt auf diese Art vorzugsweise der Abbruch der Ufer und des Bettes und um die dadurch herbeigeführten Zerstörungen richtig zu würdigen und zu erklären, muss man nothwendig die in dem Strome eintretenden inneren Bewegungen berücksichtigen.

Nach dem jetzigen Stande der Hydraulik ist hierüber wenig zu sagen, indem es noch an allen Beobachtungen fehlt, und der Gegenstand bisher überhaupt wenig beachtet worden ist. Die allgemeinen Gesetze der Mechanik, verbunden mit den physischen Eigenschaften des Wassers, geben in einzelnen Fällen eine Erklärung von manchen Erscheinungen, die man im Wasserbau wegen ihres auffallenden Einflusses schon lange kennt. Ich will diese im Folgenden anführen.

Das Wasser ist wie jeder andere schwere Körper Gesetzen der Schwere unterworfen. Seine einzelnen Theilchen bleiben nur so lange in Ruhe, als sie von allen Seiten hinreichend unterstützt sind, und hierzu gehört, dass sie sich entweder gegen feste Wände oder gegen andere Wassertheile, die unter gleichem Drucke sich befinden, lehnen können. Hört dieses Verhältniss auf, so fangen sie an, sich zu bewegen und zwar bestimmt sich die Richtung der Bewegung durch die grösste Differenz des Druckes von der einen und der andern Seite. Gesetzt, dass in einem Gefässe das Wasser sich immer mehr und mehr ansammelt, so dass es zuletzt etwas höher als der umgebende Rand steht, alsdann wird es offenbar anfangen über denselben abzufliessen, weil das neben dem Rande befindliche Wassertheilchen zunächst unter der Oberfläche wohl von der innern Seite des Gefässes einen Druck erfährt, aber nicht von der äussern. Dieses Theilchen wird daher über den Rand fortgeschoben. Die Richtung, in welcher es hinüber strömt, lässt sich noch näher angeben. Es kann sich offenbar in sehr verschiedenen Richtungen über den Rand bewegen, und es würde jede einzelne derselben wirklich verfolgen, wenn es die andern nicht wählen könnte. Für alle diese Rich-

t der Unterschied des Druckes gleich gross, voraus-
ass der Rand, soweit er überströmt wird, horizontal liegt.
schrägen Richtung erfolgt aber eine Verlängerung des
während der normal gegen die Richtung des Randes ge-
'eg, der kürzeste von allen ist. Dieses findet offenbar
erfliessen jedes Randes von einiger Breite statt. Für
nale Ränder ist die Länge des erwähnten Weges an sich
nge, nichts desto weniger bleibt das Verhältniss zwischen
chiedenen herüberführenden Wegen immer dasselbe. Der
Weg bedingt daher in allen Fällen bei gleicher Erhebung
sers über den Rand, das stärkste relative Gefälle, und
nstand ist entscheidend für die Richtung, welche das
wählt. Der Fall ist ungefähr derselbe, als wenn eine
f eine Ebene gelegt wird, die etwas gegen den Horizont
st. Sie kann in allen Richtungen herabrollen, welche
gewisses Gefälle haben, und sie würde auch gewiss in
selben sich bewegen, wenn die andern stärker geneigten
wären. Sie folgt aber derjenigen Richtung, in welcher
erpunkt am unvollständigsten unterstützt ist, oder wo das
Gefälle stattfindet. In gleicher Art folgt auch das Wasser-
beim Ueberfliessen über den Rand demjenigen Wege,
tärkste Gefälle im Wasserspiegel bedingt, oder der nor-
en die Richtung des Randes gekehrt ist. Dieses findet
'hat statt, und nicht nur in kleinen Gefässen, sondern die
ung wiederholt sich auch bei grossen Wassermassen,
i Strömen, deren Bett durch Wehre oder andere Bau-
esperrt ist. Das Wasser bewegt sich, insofern nicht etwa
Kräfte dabei wirksam sind, beim Ueberstürzen über die-
einer Richtung, welche rechtwinklich gegen diese Werke
ist.

Druck, der eine Seitenbewegung des Wassers hervor-
kann auch eine Folge des Stosses sein. Wenn die
Wassermasse plötzlich ein Hinderniss findet, so stösst
n dasselbe und verursacht vor der entgegentretenden festen
he einen vermehrten Druck, der nach allen Seiten, wohin
weichen überhaupt möglich ist, das Wasser fortdrängt.
sser wird also rechts und links, oder auch unterhalb,
ier Wege offen sind, auszuweichen suchen. Ausserdem

ist aber bei einem Strome auch die Oberfläche frei, und e
sich also jedesmal die Veranlassung zu einer aufwärts ger
Strömung dar, die man in der That in solchen Fälle
immer wahrnimmt. Am auffallendsten zeigt sich diese Ersch
wenn in einem sonst regelmässigen Strombette, und zwar
solchen, worin eine frische Strömung stattfindet, ein e
grosser Stein liegt, der etwa bis zum dritten Theile o
Hälfte der Höhe des Wasserstandes sich über den Boden
Vor demselben bildet sich eine starke aufwärts gerichtet
mung, die sich an der Oberfläche durch ein heftiges Aufw
des Wassers zu erkennen giebt. Es zeigt sich eine fö
Erhebung der Oberfläche, welche aber natürlich, da ihr je
Seitenbegrenzung fehlt, fortwährend ringsumher abfliesst, u
nur durch den immer erneuten Zudrang von unten ersetz
dem diejenigen Wasserfäden des Stromes, welche über dem
fortgehen würden, mit dieser Strömung zusammenstossen,
ändern sie die Richtung derselben und die erwähnte Er
des Wasserspiegels zeigt sich daher nicht mehr unmittelb
dem Steine, der sie verursachte, sondern weiter stroma
Hieraus ergiebt es sich auch, dass die Ablenkung diese
mung immer grösser, und wegen des Einflusses der Be
der andern Wasserfäden ihr Erscheinen an der Oberfläche
um so schwächer sein wird, je tiefer der Gegenstand, der
zeugte, unter Wasser liegt, oder je geringer seine Höh
dem Bette im Vergleiche zur ganzen Wassertiefe ist. Nicht
weniger kann man bei einiger Uebung dieses Aufwallen no
merken, wenn es auch von einem wenig vortretenden Stei
von tief liegenden Holzstücken herrührt: und es unters
sich eben durch die convexe Form der Oberfläche und die
delnde Bewegung, sowie auch dadurch, dass es seine Stell
verändert von den sonstigen Bewegungen in der Wasse
Die Schiffer pflegen hierauf immer sehr aufmerksam zu sei
besonders bei der Thalfahrt gerade hieraus die Lage der ein
Klippen oder sonstigen Gegenstände, auf welche das Schi
stossen könnte, zu erkennen.

Eine Erhebung des Wasserspiegels findet noch statt,
das Bette von einer Seite aus durch einen Einbau sta
schränkt wird. In dem abgeschlossenen Winkel vor dem E

die Strömung nicht ganz aufhören, weil zum Theil die eilung der Bewegung des vorbeifliessenden Wassers dieses indert, andern Theils aber auch, weil eine verminderte Gendigkeit neben dem Ufer auch ein schwächeres Gefälle dast bedingt, und demzufolge das aufgefangene Wasser vor dem bau höher steht als das vorbeifliessende. Dieses Wasser strömt er längs der stromaufwärts gekehrten Seite des Einbaues nach Mitte des Stromes und es wird fortwährend ersetzt durch Strömung, welche mit dem Hauptstrome parallel, wenn auch viel geringerer Geschwindigkeit sich längs dem Ufer hinzieht, den Raum vor dem Einbau füllt. Dieses zufliessende Wasser d in seiner Bewegung plötzlich unterbrochen und dieser Umnd giebt Veranlassung, dass eine noch grössere Erhebung des sserspiegels vor dem Einbau erfolgt. Zuweilen bemerkt man ar unmittelbar vor der vordern Fläche des letztern das erhnte Aufwallen, und der Augenschein zeigt alsdann schon, dass Oberfläche hier einige Zolle höher ist, als in geringer Entnung stromaufwärts. Der ganze Unterschied des Wasserstandes und hinter einem solchen Einbau beträgt aber nach Maassbe seiner Länge und der Geschwindigkeit des Wassers oft Fuss.

Um die bei dieser Gelegenheit eintretende Bewegung weiter verfolgen, muss man eine zweite Eigenschaft berücksichtigen, lche wieder dem Wasser mit allen andern schweren Körpern meinschaftlich zukommt: dieses ist das Beharrungsvermögen, er das Bestreben, die erhaltene Bewegung in gleicher Richtung d mit gleicher Geschwindigkeit fortzusetzen. Stösst das Wasser räge gegen eine feste Verticalebene, so wird es keineswegs n derselben abprallen und unter gleichem Winkel fortgestossen rden, wie man dieses früher vermuthete, vielmehr wird derjenige eil der Geschwindigkeit, der gegen die Ebene normal gerichtet aufgehoben, und der Effect dieser Zerstörung der lebendigen aft äussert sich in dem vermehrten Drucke oder in einer anessenen Erhebung des Wasserspiegels. Der andere Theil der wegung, nämlich der parallel zur Ebene gerichtete, wird nicht iter verändert, als dass er durch den Druck verstärkt wird, r aus dem Aufhören des ersten entspringt. Es bildet sich also der vordern Seite der Ebene ein derselben paralleler Strom,

der alle Wasserfäden aufnimmt, welche die Ebene treffen. Di Strom nimmt daher an Stärke zu, wie er sich dem Ende Ebene oder dem Kopfe des Einbaues nähert, und längs Einbaue bemerkt man das starke Gefälle, welches dem Dr entsprechend die Strömung unterhält. Sobald dieser Strom Kopf des Einbaues erreicht, folgt er keineswegs gleich der R tung des Hauptstromes, vielmehr behält er sehr augensche seine frühere Richtung bei. Er wird indessen, sobald er nicht mehr gegen den Einbau stützen kann, durch die Wa fäden, welche er trifft, nicht weiter verstärkt, sondern viel abgelenkt, und so geht er wegen der fortgesetzten Ablenku einer Curve in die Hauptrichtung des Stromes über. Wo beiden Ströme sich treffen oder eben in dieser Curve pflegt starke Vertiefung des Bettes die erste Wirkung des Einb zu sein.

Das ganze eben beschriebene Verhältniss findet nur sta lange der Einbau alle Wasserfäden die ihn treffen wirklich fängt, und sie dem Hauptstrome zuweist. Dieses geschieht wenn das Wasser nicht darübergeht. Wird der Einbau überfluthet, so ist die Seitenablenkung viel geringer un grösste Theil des Wassers fliesst darüber fort. Es bildet alsdann wegen der Hemmung, die das Wasser hier erfährt schwacher Wassersturz, der auch bei hohen Anschwellunge Lage der Einbaue noch erkennen lässt. Bei geringer U fluthung ist die Seitenströmung noch vorhanden, und sie ge für die Schifffahrt den sehr grossen Vortheil, dass, so lang Auffahren des Schiffes auf den Kopf des Einbaues zu besc ist, die Strömung selbst zur Abwendung der Gefahr wese beiträgt. Der Seitenstrom weist nämlich das Schiff ab. Is Fahrwasser vor dem Kopfe sehr schmal, so muss das Schif der Thalfahrt oft so gesteuert werden, als wenn es auf den bau auflaufen sollte: nur dadurch vermeidet man, dass der S von der Seite es nicht zu weit forttreibt, und es auf die ge überliegende Untiefe stösst.

In gleicher Weise, wie vor künstlichen Einbauen, bilden auch vor den natürlichen Sand- und Kiesablagerungen Seit ströme, welche den gegenüberliegenden Ufern sehr nachth sind, und zugleich zur Verlängerung dieser Ablagerungen

. Wenn die seitwärts gerichtete Strömung aber das Ufer so zeigt sich hier wieder eine ähnliche Erscheinung wie em Einbau, nämlich die grösste Geschwindigkeit stellte sich elbar vor dem Ufer ein, und dieses geschieht so lange, bis trom wieder in die Mitte des Bettes gewiesen wird. Wenn Ufer aber concav ist, so ist das Beharrungsvermögen des ers eine neue Veranlassung, den stärksten Strom neben dem zu concentriren, weil alle einzelnen Wassertheilchen darauf ssen werden. Ein Theil ihrer Bewegung, nämlich derjenige, n jeder Stelle normal gegen das Ufer gerichtet ist, wird hoben und veranlasst, wie bereits erwähnt worden, eine ver-gerichtete Strömung, oder eine Erhebung des Wasserspiegels. Anschwellung vermehrt freilich mittelbar wieder die pa-zum Ufer gerichtete Geschwindigkeit, nichts desto weniger eine solche Uebertragung doch wahrscheinlich zu vielen n Bewegungen des Wassers Veranlassung. Durch diese wird theils die lebendige Kraft zerstört und dadurch verhindert, das Gefälle die entsprechende volle Geschwindigkeit, wie in regelmässigen Stromstrecke hervorbringt, theils aber werden rch auch die Ufer in noch höherem Grade angegriffen.

Bei Gelegenheit der Seitenströme muss noch bemerkt werden, sie keineswegs immer in der ganzen Tiefe des Strombettes in gleicher Richtung darstellen: wenn der künstliche Einbau die Kiesablagerung, wodurch sie erzeugt werden, tief unter er liegt, so sind sie oft in der Oberfläche gar nicht mehr, doch nur sehr schwach zu erkennen, während sie in der noch sehr kräftig bestehn. Das erwähnte Abweisen der fe von den Köpfen der Einbaue giebt sich daher bei Fahr-n von verschiedener Einsenkung auch sehr verschiedenartig kennen, so dass leicht ein kleiner Nachen davon nichts er-und in unveränderter Richtung vor dem bereits unter Wasser nden Einbau vorbei schwimmt, während das tiefer gehende e Schiff stark seitwärts getrieben wird.

Es ergiebt sich schon aus dem Vorhergehenden, und ist auch ich klar, dass das Beharrungsvermögen des Wassers keineswegs allein auf die Bewegungen in horizontaler, son-auch auf die in verticaler Richtung beziehn muss. de die letzten üben aber auf das Strombette einen sehr we-

sentlichen Einfluss aus. Das Wasser, welches über ein Wehr, oder über einen Einbau stürzt, und dabei eine abwärts gerichtete Bewegung annimmt, setzt diese, selbst nachdem es in das Unterwasser gefallen ist, noch fort, und geht in die horizontale Richtung erst über, wenn es auf die Sohle des Bettes aufstösst, und von dieser in derselben Weise abgelenkt wird, wie in Bezug auf das Zusammentreffen mit verticalen Ebenen bereits beschrieben ist. Man kann sich hiervon sehr häufig durch die unterhalb der Wehre eintretenden Bewegungen überzeugen: das überstürzende Wasser bleibt nicht auf der Oberfläche, sondern unmittelbar hinter demselben zeigt die Oberfläche sogar eine entgegengesetzte Bewegung, und eine sehr scharfe Grenze, die gemeinhin durch einen starken Streifen von Schaum bezeichnet wird, bildet sich zwischen beiden Wassermassen. Die erstere verfolgt ihren Weg abwärts und fliesst in der Nähe des Bodens ab, während sie das auf ihr liegende Wasser mit sich reisst, und sonach eine starke Senkung des Spiegels zunächst unterhalb des Wehres hervorbringt, die eben Veranlassung giebt, dass sich oben eine entgegengesetzte Strömung bildet.

Es ergiebt sich hieraus, dass unterhalb eines starken Wassersturzes ein verkehrtes oder *stromaufwärts geneigtes Gefälle* sich bilden kann. Ein solches stellt sich indessen unterhalb der Freiarchen und Schiffsdurchlässe oft noch viel auffallender dar, so dass förmliche Wasserberge oder hohe *stehende Wellen* sich erzeugen. Das herabstürzende Wasser hat im letzten Falle keine so stark geneigte Richtung, als wenn es frei über ein Wehr fällt, aber seine Strömung ist viel regelmässiger und kräftiger. In dem breitern und tiefern Strombette unterhalb der Freiarchen kann die ganze Wassermasse nicht so schnell abfliessen, als sie ankommt, und wenn auch hier wie in jedem andern Profile eben so viel Wasser ab- als zufliesst, so vertheilt sich die Bewegung auf eine grössere Masse, die eine geringere Geschwindigkeit annimmt. Auf diese Art muss ein grosser Theil der lebendigen Kraft aufgehoben werden: es bildet sich hier ein heftiger Stoss, der einen sehr vermehrten Druck und sonach eine starke Anschwellung des Wassers zur Folge hat. Das Wasser steigt daher in aufwärtsgerichteter Strömung und zwar mit solcher Heftigkeit an, dass es sogar die dem Gleichgewicht entsprechende Höhe noch

ıreitet und sich so weit hebt, bis die Geschwindigkeit in Richtung vernichtet ist. Der hohe Wasserberg verursacht nächstliegende Strecke einen vermehrten Druck und eine rte Geschwindigkeit, wodurch hier wieder eine besonders enkung des Wasserspiegels entsteht, und so bilden sich is vier stehende Wellen hintereinander, die zunächst der che am höchsten sind und stromabwärts sehr schnell an abnehmen. Bei einzelnen Schiffsdurchlässen an der Lahn, tlich bei Balduinstein, betrug in der vorderen Welle der ichied zwischen dem Scheitel derselben und dem daneben den Thale etwa vier Fuss, so dass man beim Herabfahren em kleinen Kahne, wenn man sich niedergesetzt hatte, über ı Wasserberg zu Zeiten nicht fortsehn konnte. Die erwähnte einung zeigt sich indessen nur an solchen Stellen, wo ein r und regelmässiger Wassersturz stattfindet, in natürlichen betten kommt sie aber wohl nicht leicht vor.

Die Veranlassung der stehenden Wellen, auf welche man in er Zeit mehrfach aufmerksam geworden ist, ist jedesmal zu suchen, dass ein vermehrter Druck an einzelnen Stellen der plötzlichen Unterbrechung der Bewegung des Wassers ht, und dieser eine entsprechende Erhebung der Oberfläche gt. Diese Erhebung hat aber umgekehrt wieder die Verung des Druckes und die Zunahme der Geschwindigkeit des ers zur Folge, und sie giebt sonach Veranlassung zur Bil- des daneben liegenden tiefen Thales im Wasserspiegel. Die nung, stehende Wellen, deutet die Eigenthümlichkeit dieser en an, dass sie ihre Stelle absolut nicht verändern. Man auch sagen, dass die Geschwindigkeit, womit die Wellenung fortschreitet, genau derjenigen gleich sei, mit welcher Wasser abfliesst: beide sind einander entgegengesetzt, woher Stillstand der Wellenform erfolgt.

Aus der Bewegung, welche das Wasser annimmt, nachdem ch über ein Wehr oder über einen Einbau gestürzt hat, er- es sich schon, dass das Bette daselbst stark angegriffen en muss: es ist aber klar, dass seine Geschwindigkeit durch Fallhöhe bedingt ist, also durch die Niveaudifferenz zwischen Ober- und Unterwasser. Der Wasserspiegel des Unterwassers bei Einbauen in hohem Grade von der Richtung derselben ab-

hängig. Sind sie stark stromabwärts geneigt, so tritt
Winkel zwischen ihnen und dem Ufer, wohin das Wass
auf weitem Umwege gelangen kann, eine besonders stark
kung des Wasserspiegels ein, und dadurch verstärkt si
Angriff, den das überstürzende Wasser gegen das Bette
Ausserdem aber wählt das Wasser, wie schon früher n
wiesen, beim Uebergange über die Krone solcher Werke i
zontaler Richtung einen Weg, der möglichst normal ge
Krone gekehrt ist. Die stromabwärts geneigten Einbaue
das überstürzende Wasser mit grosser Heftigkeit gegen d
und tragen dadurch ganz gewöhnlich zur Zerstörung de
bei, während der Zweck ihrer Anlage gemeinhin die D
dieses Ufers war. Dieser Umstand ist bei Bestimmung de
tung der Einbaue von grosser Wichtigkeit.

Eine Eigenschaft des Wassers, welche mehr in das
der Physik als der Mechanik gehört, ist bei Betrachtung
wegungen desselben von der äussersten Wichtigkeit und
die Umänderung der Strombetten den wesentlichsten Einflu
Dieses ist der sehr starke Zusammenhang der Theilchen
sich oder die Adhäsion, welche durchaus nicht gestatte
einzelne Wasserfäden sich in einer grösseren Wassermas
wegen könnten, ohne dass die anstossenden an dieser Be
Theil nehmen sollten. Lässt man einen Strahl in einem W
bassin und zwar etwas unter der Oberfläche desselben
springen, und sorgt man zugleich dafür, dass er nicht in d
Bassin zurückfliesst, so bemerkt man, wie das Wasser in
sich sehr schnell vermindert, indem es durch den Strahl m
gerissen wird. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich auch,
der Strahl nicht aus dem Wasser heraustritt, sondern in
selben bleibt. Wenn z. B. ein Strom durch einen Einbau
verengt wird, so wird die am Kopfe des Einbaues vorbeig
Strömung sich unmittelbar nur in derjenigen Richtung fort
in welcher das Wasser sich bewegt, oder die ihm vielleicht
die oben erwähnte Seitenströmung vor dem Einbaue ertheil
Wenn aber keine besondere Veranlassung vorhanden ist, d
Strom demjenigen Ufer wieder nähert, von welchem er dur
Einbau abgelenkt ist, so sollte man meinen, dass unterhal
Einbaues das Wasser entweder in Ruhe bleiben, oder weni

eine solche Bewegung annehmen müsse, welche der des ptstroms entspricht. Das letzte ist insofern zu vermuthen, in jedem Querprofile ungefähr eine gleiche Höhe des Wasser-gels sich darstellt und dadurch ein gleiches Gefälle neben Ufer bedingt wird. Die Erscheinung, welche wirklich ein-ist indessen hiervon wesentlich verschieden. Der starke m reisst das ruhende Wasser zur Seite mit sich fort, so dass rhalb des Einbaues und zwar am stärksten in der Nähe seines fes eine merkliche Senkung des Wasserspiegels eintritt. Diese anlasst ein heftiges Nachfliessen des Wassers, welches aber von der untern Seite her erfolgen kann, indem das Ober-ser ganz abgesperrt ist, und auf der Stromseite, wie eben ähnt, das Wasser sogar fortgezogen, also ein Zufluss von verhindert wird. Die Senkung des Wassers unterhalb des baues muss also eine Strömung in gerade entgegengesetzter htung bewirken, und die Adhäsion der Wassertheilchen, welche in strebt, die Differenz der Geschwindigkeit zwischen zwei nder berührenden Fäden auf das Minimum zu reduciren, ist anlassung, dass dieser Gegenstrom sich jedesmal in dem mög-st grössten Abstande vom Hauptstrome darstellt. Er bildet also in der Nähe des Ufers, geht bis zum Anschlusse oder zur Wurzel des Einbaues herauf, verfolgt denselben bis zum pfe, wo er sich aufs Neue mit dem Hauptstrome verbindet.

Diese der Richtung des Stromes gerade entgegengesetzten ömungen, welche man Widerströme, auch wohl mit der ederländischen Bezeichnung Neere nennt, bilden sich nicht nur erhalb der künstlichen sondern auch der natürlichen Vorragun- des Ufers. Beim Einbauen ist ihre Stärke wieder von der htung derselben gegen den Strom abhängig, und wie leicht klärlich, sind sie unterhalb solcher Einbaue, die stromabwärts neigt sind, viel auffallender, als unter denen, die vom Ufer aus romaufwärts in das Bette eintreten. Sie verhindern die Beruhi-ng des Wassers und geben dadurch Veranlassung, dass sich Rinnen längs dem Ufer und zugleich unterhalb des Einbaues en, und eine Ablagerung des Materials nur an der Stelle ndet, wo der abwärts gerichtete Strom sich vom entgegen-tzten scheidet.

Diese Widerströme bilden grosse Wasserwirbel u
wird wegen ihres angegebenen nachtheiligen Einflusses
bemüht sein müssen, sie möglichst zu schwächen. Ganz be
lassen sie sich nicht, wenn man bei den Stromregulirung
in anderer Beziehung sehr vortheilhaften Einbaue nicht
will. Die Anordnung dieser Einbaue bedingt aber eine se
schiedenartige Ausbildung der Wirbel: zum Theil kommt
ihre Richtung in Betracht, in noch höherem Grade aber d
staltung ihres Kopfes. Wenn sich nämlich die wirbelnde
gung des Wassers darstellt, so wird dieselbe um so k
werden, wenn für alle übereinander liegenden Wassers
dieselbe Veranlassung zu solcher Bewegung eintritt, und die
chen in allen Schichten, soweit sie sich berühren, mit
Geschwindigkeit und parallel zu einander im Kreise herum
Nur in diesem Falle tritt keine gegenseitige Zerstörung
übereinander liegenden Wirbel ein. Hierzu gehört aber, d
Wirbel eine gemeinschaftliche Drehungsachse haben müssen
dieses nicht der Fall, so würde durch die gegenseitige Mitt
der Bewegung die Geschwindigkeit des einen und des
vermindert werden. In einer grossen Tiefe unter der Ob
des Wassers ist die Richtung der Achse eines Wirbels durch
bedingt, und es kommen, wie man sich durch Versuche an
Canälen mit durchsichtigen Wänden überzeugen kann, auc
bel vor, deren Achse horizontal ist. Dicht unter der Ob
kann indessen ein solcher, oder überhaupt ein Wirbel, desse
vom Lothe abweicht, nicht entstehen, weil sonst die Wasserth
bei Verfolgung der kreisförmigen Bahn über die Oberfläc
hoben werden müssten, wozu eine grössere Kraft erforderlic
Hieraus folgt, dass in der Nähe der Oberfläche, also ge
dem Falle, wovon hier die Rede ist, die Achse der Wirbel lo
sein muss. Bei grossen Strömen hat man auch wohl nie
bemerkt. Diese Bedingung deutet ein einfaches Mittel an
durch man einer heftigen Wirbelbildung vorbeugen kann:
steht darin, dass der Kopf des Einbaues nicht lothrecht, s
vielmehr möglichst flach herabgehn muss. Es bildet sich a
wieder eine Reihe von Wirbeln unter einander, aber die Ach
einen steht immer seitwärts von der des andern, und sie k
sonach keine gemeinschaftliche Bewegung annehmen, sonder

en sich gegenseitig. Eine Verbindung von allen wäre nur kbar, wenn die Drehungsachse mit der Neigung des Kopfes vor Einbau parallel läge. Dieses kann aber nicht geschehn, m alsdann die obere Wasserschicht in einer stark gegen den izont geneigten Ebene rotiren, und sonach die darin befind- en Theilchen sich bald über den Wasserspiegel stark erheben bald unter denselben sinken müssten.

Die stärkste und gefährlichste Wirbelbildung stellt sich z entsprechend dieser Ansicht da ein, wo der steile Kopf eines baues, oder ein vortretender, senkrecht abgeschnittener Ufer- d das heftig bewegte Wasser von dem ruhenden scheidet. Ein r auffallendes Beispiel dieser Art, welches sogar für die Schiff- rt höchst gefährlich ist, kommt auf der Donau unterhalb des dtchens Grein vor. Nachdem der Strom die mit Felsen ange- lte Strecke, der Strudel genannt, herabgestürzt ist, wirft er h dem Marktflecken Struden gegenüber auf das rechte stark ncave Ufer. Gegen das Ende der Concave springt plötzlich raus ein Felsen noch etwa 25 Ruthen weiter in das Strombette r. Gegen diesen stösst das Wasser mit solcher Gewalt, dass in kurzen Perioden immer stark anschwillt und abfällt: und t reissender Geschwindigkeit strömt es von hier längs der Fels- nd in einer Richtung fort, die bis zum gegenüber liegenden er verlängert, dieses unter einem rechten Winkel treffen würde. dem diesem heftigen Strom unterhalb des Felsens das stillstehende asser begegnet, so bildet sich auf der Grenze zwischen beiden assermassen der berüchtigte Wirbel. Die Drehung des Wassers folgt mit solcher Schnelligkeit, dass periodisch in dem Wasser, lches der Achse des Wirbels zunächst liegt, die Adhäsion der heilchen unter sich durch die Centrifugalkraft aufgehoben, und ähnlicher Weise, wie beim Ausfliessen des Wassers aus einem ichter, der mittlere Raum frei wird. Es bilden sich Oeffnun- n von 1 bis 2 Fuss Durchmesser, welche sehr tief sein sollen. Schiffe, welche zufälliger Weise einen Wirbel dieser Art ffen, werden im Kreise herumgedreht, und dabei zuweilen zer- chen, oder wenn ihr vorderes oder hinteres Ende gerade über n Wirbel kommt, so werden sie so stark herabgezogen, dass s Wasser über Bord läuft, und sie versinken. Eine Ein- nkung der Oberfläche des Wassers scheint jedesmal in der

ganzen Ausdehnung solcher Wirbel einzutreten, vielleicht ist dies der Grund, weshalb die Schiffe so tief eintauchen. Die dortigen Schiffer behaupten, dass in den Wirbeln auch eine abwärts gerichtete Strömung stattfinde, welche, wie se meinen, die Schiffe herabzieht. Wo eine solche Strömung vorkommt, pflegt sich allerdings die Wirbelbildung regelmässig zu zeigen. Sollten beide immer mit einander verbunden sein, so würde man das Dasein des abwärts gerichteten Stromes an dem Wirbel in der Oberfläche eben so sicher erkennen, wie der aufwärts gerichtete Strom durch das Aufwallen des Wassers erkenntlich ist. Die starken Wirbel in der Donau bilden sich indessen nur periodisch aus und indem einer hinter dem andern entsteht und stromabwärts fortrückt, so zerstören sie sich gewöhnlich gegenseitig. Im linken Donauufer, diesem Wirbel gegenüber, ist durch die heftige Strömung eine grosse regelmässig abgerundete Bucht ausgerissen, worin ein heftiger Widerstrom stattfindet. Derselbe fasst häufig die Schiffe, wenn sie schon die gefährlichste Stelle passirt haben, von Neuem und treibt sie soweit stromabwärts, dass sie nochmals den Wirbel überfahren müssen.

Die Wirbel, welche man in stark fliessenden Strömen hinter allen vorspringenden scharfen Uferwerken und Einbauen bemerkt, zeigen wesentlich dieselbe Erscheinung, nämlich die heftige Drehung des Wassers und die Senkung der Oberfläche: die Achse pflegt indessen selten bis auf einen Zoll tief sich als hohl darzustellen. Aehnliche Erscheinungen kommen indessen nicht nur auf der Grenze zwischen dem stark strömenden und dem stehenden Wasser, sondern zwischen je zwei andern Wassermassen vor, welche sich mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. Sie zeigen sich bei starken Strömen in grosser Anzahl auf der ganzen Oberfläche des Wassers und liefern dadurch den Beweis, dass keineswegs eine gleichmässige Geschwindigkeit in jedem Profil stattfindet, auch dass nicht etwa allmählige Uebergänge der Geschwindigkeit von dem Stromstriche nach den Ufern hin vorkommen, sondern dass ganz übereinstimmend mit der sonstigen unregelmässigen Bewegung, welche die Oberfläche des Wassers zeigt, partielle Strömungen in sehr grosser Anzahl und von verschiedener Geschwindigkeit neben einander stattfinden, oder sich auf ihrem Wege kreuzen. Die Veranlassung zu diesen Strö-

gen muss man vorzugsweise in der zufälligen Gestaltung des es suchen, wenn dieselbe hierbei aber allein von Einfluss e, so müsste die Oberfläche, wie unregelmässig sie auch ge- it sein mag, ihre Gestalt constant erhalten. Die Wassertheil- n, welche in Folge eines vermehrten oder verminderten Druckes Erhebung oder Senkung des Niveaus an gewissen Stellen vorbringen, werden freilich weiter fliessen, wenn man aber immt, dass das Strombett allein diese innern Bewegungen ursacht, so müsste jedes folgende Theilchen genau dieselben wirkungen, wie das vorhergehende erfahren und dadurch ver- asst werden, auch genau denselben Weg zurückzulegen, wo- ch eine unveränderte Form der Oberfläche bedingt würde. nigstens müsste dieses zur Zeit des Beharrungsstandes oder nn die Zuflüsse constant sind, stattfinden. Diese Erscheinung t indessen niemals ein. An derselben Stelle des Stromes be- gt sich das Wasser bald nach der einen bald nach der andern ite, bald wallt es auf und bald zeigt es eine vertiefte Ober- che. Selbst die Wirbel könnten sich unter dieser Bedingung r nicht in der Art ausbilden, dass sie ihre Stelle verändern, wären nur noch denkbar, wenn sie unverändert an demselben nkte blieben. Kommt noch hinzu, dass man stellenweise sehr ffallend das Wasser am Ufer und namentlich an vortretenden nkten abwechselnd steigen und fallen sieht, ferner, dass die rschiedenartige Bewegung sich selbst durch das Gehör unter- eiden lässt, und endlich, dass die Geschwindigkeitsmessungen, nn sie nicht auf eine sehr lange Dauer ausgedehnt sind, ganz ler nachweisen, wie an derselben Stelle die Strömung bald rker und bald schwächer wird: so muss man ein periodi- hes wellenförmiges Schwanken annehmen, welches die alen Strömungen abwechselnd auf verschiedene Weise afficirt l dadurch so viele Modificationen der Erscheinung hervorbringt, s in diesen verwickelten Verhältnissen jede Gesetzmässigkeit schwindet, und man wohl nie hoffen kann, ein volles Licht über verbreitet zu sehn.

Nichts desto weniger ist der Gegenstand für den Strombau n der höchsten Wichtigkeit, insofern die Veränderungen, denen Bette ausgesetzt ist, vorzugsweise hiervon abzuhängen schei- n, andererseits aber auch die Ursache der Zerstörung der leben-

digen Kraft des Wassers weit mehr in diesen inneren Beweg gesucht werden muss, als in der Reibung, die es an den S wänden und auf dem Boden erfährt.

Man darf es wohl als Thatsache ansehn, dass die erwä innern Bewegungen und zugleich ihre zerstörenden Wirkung so grösser werden, je grösser die Geschwindigkeit des St an sich ist: ausserdem aber zeigen sie sich besonders stark, die veränderte Geschwindigkeit nicht durch eine ganz regelm Verbreitung oder Verengung des Bettes veranlasst wird, alle Wasserfäden sich noch immer nahe parallel zu einand mit ziemlich übereinstimmender Schnelligkeit bewegen kö Das Bette oder das Ufer wird weit stärker angegriffen, we darüber fliessenden Wasserfäden gezwungen sind, die Ri ihrer Bewegung vielfach zu verändern: und man bewirkt wenn man künstlich starke Seitenströmungen schafft, od mittelbar durch die Richtung des Ufers den geradlinigen W Wassers unterbricht, und es zwingt, den verstärkten Druck die Wand auszuüben und in Folge desselben andere Beweg einzugehn.

Die Geschwindigkeit eines Stroms wird dadurch vergr dass man das Profil verengt, und dieses ist gerade das welches man gewöhnlich anwendet, um eine verstärkte Einwi des Wassers auf das Bett hervorzubringen, oder eine gr Tiefe zu erzeugen. Dieses Verfahren ist auch in dem Fall angemessen, wenn die Stromregulirung behufs der Beförd der Vorfluth vorgenommen wird, obgleich es allerdings p erscheint, wenn man zur bessern Abführung des Wasse Strom einschränkt, wodurch die Wirksamkeit eines Theil Bettes ganz aufgehoben wird. Als Blanken im Jahr 18 Ansicht aussprach, dass man den so höchst bedenklichen Z der Holländischen Flüsse dadurch verbessern könne, das dem untern Theile der Whaal oder der Merwede ein regel ges Bette durch den Biesbosch gäbe, zu welchem Zwecke für nothwendig erklärte, alle daselbst befindlichen Seitena schliessen, so wurde dieser Vorschlag von der zur Ber über diesen Gegenstand niedergesetzten Commission sch getadelt. Die Commissarien meinten nämlich, indem es ankomme, dem Wasser einen leichtern Abfluss zu verschaf

se man die Oeffnungen nicht vermindern oder verringern, dern wenn es möglich wäre, sie im Gegentheil lieber erweitern ihre Anzahl vermehren. Im vorliegenden Falle ist es gewiss t leicht, den Erfolg des Blankenschen Projectes mit Sicher- vorherzusehn, aber der eben angeführte Grund war ohne eifel unrichtig. Blanken schlug den Verschluss der Neben- ungen deshalb vor, weil er eben dadurch die grössere Ver- ung und gehörige Ausbildung des übrig bleibenden Hauptarmes veranlassen hoffte, wie dieses in ähnlichen Fällen ganz ge- hnlich geschieht. Die Schwierigkeit lag hier aber darin, dass mer noch eine grosse Anzahl von andern Ausmündungen offen eb, so dass das Wasser nicht unbedingt gezwungen war, durch e erste abzufliessen. Es war daher nicht mit Gewissheit vor- zusehn, ob die Verengung auch wirklich ihren nächsten Zweck, mlich die Vergrösserung der Geschwindigkeit herbeiführen würde.

§. 69.
Uferdeckungen.

Wenn man bei der Regulirung eines Stroms nur diejenigen ellen zu verbessern sucht, welchen die hinreichende Fahrtiefe lt, oder welche andere Uebelstände im Strombette selbst zeigen, ährend man nichts thut, um die Ufer vor Abbruch zu schützen, ist der gute Zustand des Stroms keineswegs für die Dauer sichert. Indem die Ufer sich später verändern, so bilden sich ch leicht an solchen Stellen, die anfangs gar keiner Correction durften, neue Schifffahrtshindernisse oder sonstige Unregelmässig- iten aus, welche sogar den bereits regulirten Strecken nach- ilig werden können. Ausserdem wird die Erde und der Sand r die Steine, welche beim Abbruch der Ufer in das Strombette rzen, leicht Veranlassung zum Entstehn neuer Untiefen. Inwie- n das Privatinteresse der Uferbesitzer bei Arbeiten dieser Art dem allgemeinen Interesse concurrirt, welches sich im Gegen- ze der Uferbauten nur auf die eigentliche Stromregulirung, also f die Zwecke der Vorfluth und der Schifffahrt beschränkt, davon schon oben (§. 67) die Rede gewesen.

Insofern die concaven Ufer immer dem stärksten Strom- griffe ausgesetzt sind, ist die Deckung derselben am schwierig-

sten, zugleich aber auch am nothwendigsten. Leichter
Erhaltung der geraden Ufer oder überhaupt derjenige
die in einer ganz geraden Stromstrecke liegen, wosel
Wasserfäden sich parallel zum Ufer bewegen und nicht d
gestossen werden. Wenn endlich das Ufer convex ist, so
der Angriff des Wassers auf dasselbe so geringe zu sein
man nicht nur gar nichts zur Sicherung thun darf, sonder
sogar die weitere Zunahme und Erhöhung des Ufers gew
von selbst erfolgt, besonders wenn das gegenüberliegende
bruch ist. Es geschieht nicht selten, dass man gezwung
dieser Zunahme Einhalt zu thun, und die Pflanzungen, wel
befördern, zu zerstören.

Es ergiebt sich hieraus schon, dass die grössten Sch
keiten in der Erhaltung der Ufer vermieden werden, sobal
regelmässige Uferlinien einführt, welche von besonders
fen Krümmungen frei sind. Ausserdem ist es aber auch
wendig, dass die Uferdeckung sich den Anlagen zur Strom
rung anschliesst, wovon sie häufig einen sehr wesentlichen
ausmacht. Man darf daher das Ufer nicht in derjenigen
tung, wie es zufälliger Weise gerade abgebrochen ist, zu
suchen, vielmehr müssen die darin befindlichen kleinen B
ausgefüllt und die in den Strom vortretenden Ecken entfern
den. Man kann die neue Uferlinie, wenn es sonst für noth
erachtet wird, auch weiter herausrücken, wobei man gew
noch die Absicht hat, die bereits zerstörte Fläche durch di
vionen des Stromes mit der Zeit wieder zu gewinnen.
indessen der Strom in Folge der allgemeinen Richtung
Bettes das Ufer stark angreift, so ist die Herausführung des
ausserordentlich schwierig und die Hoffnung in Betreff der
vionen pflegt sich gemeinhin zu vereiteln. Die Anlagen zu d
Zwecke sind auch meist im ersten Bau und in ihrer Unterh
so kostbar, dass der erwartete Vortheil dadurch schon aufge
wird, und man nicht selten nach einem vergeblichen K
während einiger Jahre, endlich sich doch gezwungen sieht,
zurückzugehn, bis man eine Linie findet, die sich mit Sich
halten lässt.

In der erwähnten Weise können Werke, die in beträcht
Entfernung von dem Ufer liegen, und ebenso auch Einbau

den Strom weit vortreten, noch als Uferdeckungen angesehn rden: von beiden soll indess später die Rede sein, ich beränke mich hier auf diejenigen Anlagen, die man unmittelbar dem natürlichen Uferrande zur Ausführung bringt, um einer tern Veränderung desselben vorzubeugen. Die Benennung Uferkung pflegt man auch gewöhnlich auf diese allein zu beziehn.

Es ist schon früher mitgetheilt, dass die Bepflanzung mit idenstrauch das Ufer in gewisser Beziehung gegen den Angriff Wassers schützt, und namentlich geschieht dieses, wenn der ss des Ufers eine gehörige Abflachung nach dem Strome hat, dass die grössere Wassertiefe nicht unmittelbar neben dem er sich befindet. Die Pflanzung schützt alsdann den darunter ndlichen leichten Boden vor den nachtheiligen Wirkungen einer übergehenden starken Strömung zur Zeit des Hochwassers, d namentlich vor den Beschädigungen durch Eis und Wellenhlag. Sie mässigt aber in Folge der vielen Hindernisse, welche e einzelnen Zweige der Bewegung des Wassers entgegensetzen, ch die Geschwindigkeit desselben unmittelbar über dem Boden d giebt dadurch Veranlassung, dass die im Wasser schwebenden offe hier sehr reichlich niederschlagen und der Boden schnell mpor wächst.

Wenn dagegen das eigentliche Strombett, oder der untere heil des Ufers, der vom Wasser immer bedeckt bleibt, sehr eil abgebrochen ist, so kann die Pflanzung dem Abbruch nicht llständig Einhalt thun. Sie vermindert ihn allerdings einigerassen, insofern die Wurzeln dem leichten Boden einigen Zummenhang geben, und die vortretenden Zweige, oder auch wohl bereits ausgespühlten Wurzeln die Strömung und deren zerrende Einwirkung etwas mässigen. Bei stark bedrohten Ufern ss man aber andere Methoden der Deckung wählen, und bedders wenn eine grosse Tiefe sich sehr nahe vor dem Ufer findet. Die Pflanzung kann alsdann nichts mehr dazu beitragen, r weiteren Ausspühlung des Fusses vorzubeugen und wenn se erfolgt ist, so stürzt auch der darauf ruhende obere Theil n, ohne dass das Weidenstrauch ihn halten könnte. Das Verhren, welches in diesem Falle angewendet wird, bezieht sich rauf, dass man das Ufer bis zur Höhe des mittleren Wasserandes mit einer hinreichend festen Decke versieht, welche

der Einwirkung des Wassers widersteht. Dabei muss ma gemeinhin noch darauf gefasst sein, eine Vergrösserung der von dem Ufer in Kurzem eintreten zu sehn. So lange n das Ufer im Abbruch bleibt, und vor dem Strom immer zurückweicht, so wird die vollständige Ausbildung der Tief fern verhindert, als der stärkste Angriff nicht dauernd di Stelle des Bettes trifft, und sonach auch die Vertiefung nic äusserste Grenze erreichen kann. Sobald aber die Seit befestigt und ein weiteres Zurückdrängen derselben unn gemacht ist, so äussert der Strom seine Wirkungen unve auf dieselbe Stelle des Grundes und vertieft sie in höherem als es vorher geschah. Man muss hiernach die Uferdeck einrichten, dass sie bei zunehmender Vertiefung des Be ihrem Fusse nicht leidet, und vielmehr dem entblössten noch Schutz gewährt.

Die Erhaltung eines bedrohten Ufers ist immer nicht und die Schwierigkeit vermehrt sich ausserordentlich, wen selbe sehr steil ansteigt. Bei einer flachen Uferbösc erfolgen nämlich die Angriffe gegen die verschiedenen Pu demselben Profile nicht senkrecht über einander, und die gungen des Wassers, die sie hervorbringen, können dessha leicht eintreten, ohne sich gegenseitig zu schwächen. Aus liegen die einzelnen Theile der künstlichen Deckung um so rer, je flacher die Böschung ist, und dasselbe gilt auch v dahinter befindlichen natürlichen Ufer. Wenn daher e Wasserfäden bis zu dem letzteren durchdringen und es in versetzen, so wird ihre Wirkung um so schwächer sein, j ständiger die Sandkörnchen unterstützt sind. Endlich hierbei noch der Umstand in Betracht, dass die allmählig minderung der Tiefe, schon wegen des zunehmenden Widers die Strömung unmittelbar vor dem sanft ansteigenden Ufer sc und die Linie der grössten Geschwindigkeit oder der Stro davon weiter entfernt bleibt.

Es ergiebt sich hieraus, dass senkrechte Ufereinfass also hölzerne Bohlwerke und ebenso auch massive Uf lungen zur Deckung der Ufer weniger geeignet sind, als Constructionen, die man mit einer flachen Böschung ve kann. Die grosse Kostbarkeit würde ausserdem einer

Anwendung der eigentlichen Uferschälungen sehr hinder-
ein.

)ie Uferbesitzer pflegen indessen gemeinhin hölzerne Ein-
ıgen als die sicherste Art der Uferdeckung zu betrachten,
venn sie die Kosten dafür aufbringen können, so ist es oft
schwer, sie in ihrem eigenen Interesse von der Ausführung
lben abzuhalten. Der Erfolg dabei ist fast jedesmal eine
starke Vertiefung des Bettes vor der senkrechten Wand, und
der Bau nicht mit einer Spundwand versehn ist, so stürzt
lahinter liegende Ufer unter der Bohlenbekleidung ein, und
Bohlwerk trennt sich vom Ufer. Wenn die eingerammten
le bei dieser Gelegenheit nicht sogleich ausgespühlt werden,
rfolgt gemeinhin beim nächsten Eisgange, oder bei der näch-
starken Anschwellung des Stromes die vollständige Zerstörung
solchen Baues. Nur an denjenigen Stellen, wo das Anlegen
Schiffe ein steiles Ufer erfordert, oder der Werth des Bodens
)arstellung flacher Böschungen verhindert, wie dieses nament-
innerhalb grösserer Städte geschieht, sieht man sich ge-
ıgen, solche steile Ufereinfassungen zu wählen, aber sie müs-
alsdann sehr solide und mit der nöthigen Vorsicht erbaut
en, damit die nach der ersten Anlage eintretende Vertiefung
gleich ihren Einsturz herbeiführt.

Die gewöhnliche Methode der Uferdeckung besteht darin, dass
eine Verkleidung oder eine schräge Decke aus Strauch
losen Steinen bis zur Sohle des Bettes vor dem Ufer herab-
Die nähere Beschreibung der Constructionsart, welche
her Modificationen fähig ist, soll später mitgetheilt werden.
llgemeinen ist darüber zu bemerken, dass man keine ganz
und innige Verbindung der einzelnen Theile darstellen darf,
rch jede fernere Bewegung unmöglich würde. Man muss
ıehr die Uferdeckung so einrichten, dass sie bei eintretender
efung vor ihrem Fusse von selbst herabsinkt und da-
h eine Beschädigung in der Tiefe, die immer am gefährlich-
sein würde, verhindert. Durch wiederholte Tiefenmessungen
namentlich nach jedem Hochwasser lässt sich der Eintritt
r solchen Bewegung in vielen Fällen schon vorhersehn, und
eilen kann man demselben auch durch manche Vorkehrungen
egnen. Wenn aber die Verkleidung zur Zeit einer heftigen

Strömung während des Hochwassers herabsinkt, so sichert die dabei eintretende Deckung des Fusses fast unter allen Umständen vor einer sehr schnellen Verbreitung des Einbruchs, besonders wenn man schon vorher die Uferdeckung so hoch heraufgeführt und so verstärkt hatte, dass sie beim Herabgleiten keinen Theil des Ufers ganz ohne Schutz lässt.

Von den sonstigen Stromregulirungsbauten unterscheidet sich die Uferdeckung insofern, als man durch sie nicht gewisse Wirkungen des strömenden Wassers zu veranlassen beabsichtigt, welche den eigentlichen Zweck, nämlich einen regelmässigen Stromlauf herbeiführen sollen, sondern sie stellt unmittelbar die gewünschten Verhältnisse dar. Aus diesem Grunde ist sie in ihrem Erfolge sicherer, als jene es sind. Hierdurch erklärt es sich auch, dass man nach den vielfachen sehr kostbaren aber vergeblichen Versuchen, den Oberrhein auf der Französischen Grenze, namentlich in der Nähe von Strassburg, in ein gehöriges Bette zu weisen, sich endlich darauf beschränkt hat, die im Abbruch stehenden Ufer durch Steinschüttungen zu befestigen, und man dadurch nach und nach den Rhein mit unveränderlichen und regelmässig gestalteten Ufern zu versehn gedenkt *). Dieses Verfahren lässt indessen nicht sobald eine Beendigung der Arbeit erwarten, und wenn diese je eintreten sollte, so wird sie wahrscheinlich viel kostbarer ausfallen, als wenn man die Strömung zur Bildung des Bettes und der Ufer benutzt hätte.

Wenn es nur darauf ankommt, dem Abbruch der Ufer und dem Verluste an nutzbarer Fläche vorzubeugen, so ist der Erfolg der Uferdeckung ausser Zweifel, aber jedenfalls muss man, besonders wenn die vollständige Regulirung des Stromes dabei mit beabsichtigt wird, dafür sorgen, die verschiedenen Anlagen mit einander in Zusammenhang zu bringen. Die spätere Unterlassung der Uferdeckung an einer Stelle, kann leicht die frühere Arbeit ganz nutzlos und sogar schädlich machen. Dieses geschieht z. B., wenn der Strom dahinter durchbricht, und sie alsdann als isolirtes Steinriff im Bette liegen bleibt.

---

*) *Sur le régime des rivières à fond mobile et sur la défense de leurs rives, par Legrom et Chaperon. Annales des ponts et chaussées.* 1838. I. pag. 332 ff. (besonders pag. 370).

Man hat zuweilen die Uferdeckungen zu schützen oder sie entbehrlich zu machen versucht, indem man in einigem Abstande von einander, einzelne kleine Köpfe in den Strom vortreten liess. Der Zweck dabei war, die starke Strömung von dem Ufer etwas zu entfernen und dadurch das letztere vor dem Absinken zu schützen, falls eine grössere Vertiefung des Bettes eintreten sollte. Der Erfolg dieses Verfahrens hat sich indess keineswegs besonders befriedigend herausgestellt, sowie überhaupt kurze Einbaue, gewöhnlich für die zwischenliegenden Uferstrecken, mehr nachtheilig, als nützlich sind. Sie entfernen den Strom nicht weit genug, um ihn unschädlich zu machen, aber dagegen veranlassen sie eine unregelmässige Strömung. Besonders verursacht der Ueberstürz zur Zeit des Hochwassers über die Köpfe einen verstärkten Angriff gegen das Ufer. Die Uferdeckung, welche ohne Unterbrechung in stätiger Curve fortgeführt wird, bildet jedesmal eine sanftere und regelmässigere Strömung, die weit weniger zerstörend wirkt. Ausserdem hat die Schifffahrt dabei den wesentlichen Nutzen, dass ein sehr bequemes Fahrwasser von grosser Tiefe, sich davor zu bilden pflegt: es kommen auch keine Seitenströmungen darin vor, die das Schiff auf die Steindecke oder auf das gegenüberliegende Ufer weisen. Diese günstigen Verhältnisse werden durch die erwähnten Köpfe aufgehoben. Letztere führen aber im Allgemeinen keine Erleichterung der Unterhaltung des Baues herbei, denn sie sind nicht nur einer gleichen, sondern sogar einer grösseren Gefahr ausgesetzt, als die Uferdeckung ohne sie es sein würde. Sobald die Vertiefung des Bettes eintritt, so versinken sie, und sie müssen wieder aufgehohlt werden, wenn sie ferner das Ufer schützen sollen. Die unregelmässige Strömung, die sie bewirken, veranlasst aber gerade vor ihnen eine besonders starke Vertiefung des Grundes, und so dürfte es im Allgemeinen wohlfeiler sein, wenn man die Uferdeckung selbst, so oft es nöthig wird, wieder herstellt, als wenn man ihr einen solchen Schutz giebt, der in viel höherem Maasse den Beschädigungen ausgesetzt ist.

Die erwähnte Art der Deckung bezieht sich nur auf den Theil des Ufers, der gewöhnlich unter Wasser liegt: für den obern Theil desselben, wo Pflanzungen gedeihen, braucht man kostbare Constructionen nicht anzuwenden. Man thut aber

immer wohl, auch hier eine gehörige Regulirung des Ufers vorzunehmen. Diese bezieht sich namentlich darauf, dass die steilen Abhänge, soweit das Hochwasser sie noch erreicht, in flache Dossirungen verwandelt werden. Ausserdem aber ist es auch nöthig die kleineren Buchten und vorspringenden Theile, die sich hier vorfinden, zu entfernen, und den ganzen Uferrand möglichst parallel zum eigentlichen Bette zu führen, wodurch nicht nur die stellenweise eintretenden starken Angriffe vermieden werden, sondern ausserdem auch der Strom des Hochwassers verhindert wird eine andere Richtung zu verfolgen, als die des Bettes. Zum Schutz der letzterwähnten Dossirung dient sowohl eine Rasenbekleidung, als auch Strauchpflanzungen. Die erste ist im Allgemeinen vorzuziehn, insofern sie eine viel festere Oberfläche bildet auch einen grösseren Ertrag giebt. Der Rasèn gedeiht indessen nicht unter dem mittleren Wasserstande, weil er in solcher Tiefe zu lange unter Wasser bleibt, ausserdem aber hört der kräftige Wuchs des Grases, besonders bei sandigem Ufer, auch schon in der Höhe von einigen Fussen über dem Mittelwasser auf. Seine Anwendung ist daher auf sehr enge Grenzen beschränkt. Wenn die Fläche, die man schützen will, zu tief liegt, so ist die unmittelbare Erhöhung durch Auffahren von Erde gemeinhin viel zu kostbar. Man kann aber durch Anpflanzen von Weiden, wie bereits erwähnt, die Ablagerung der durch den Strom herbeigeführten Stoffe daselbst leicht befördern, so dass nach einigen Jahren die Fläche zur Benutzung als Wiese tauglich wird. Schwieriger ist es, hohe steile Ufer vor Abspühlung zu sichern und nutzbar zu machen. Der Rasen, den man auflegt, pflegt nur spärlich anzuwachsen, auch das Weidenstrauch, das man pflanzt, gedeiht kümmerlich. Doch gelingt es wohl jedesmal, auf eine oder die andere Weise einige Vegetation hervorzurufen, wenn man nur das willkührliche Betreten des Ufers und namentlich das Weiden des Viehes auf demselben verhindern kann.

§. 70.

Parallelwerke.

Man versteht unter Parallelwerken oder auch Str oder Richtwerken solche Strombauten, welche bei einer

en Beschränkung des Bettes die Begrenzung desselben, oder e Ufer bilden. Damit sie den Strom zur Zeit des kleinen s vollständig auffangen, müssen sie sich an das Ufer an- en, und zwar geschieht dieses gewöhnlich an ihrem strom- s gekehrten Ende. Ihre Wirkung auf das Fahrwasser Anfangs sehr günstig zu sein: sie stellen für das kleine r das mittlere Wasser (so lange sie nämlich nicht über- werden) die Verhältnisse unmittelbar in der Art dar, wie e überhaupt herbeiführen will. Es dürfen also bei ihrer dung keine entfernten Erfolge abgewartet werden. Ausser- mmen dabei keine vortretenden Einbaue vor, welche vielleicht Unbequemlichkeit für die Schifffahrt veranlassen, im Gegen- fahren die Schiffe zur Seite des sanft gekrümmten Dammes, wenn ein starkes Gefälle daselbst vorhanden sein sollte, icher herab. Diese Umstände sind Veranlassung, dass die lwerke überall, wo man sie ausgeführt hat, sich in der Zeit grossen Beifall erworben haben: und mit Recht wird man wendung in vielen Fällen, wenn nämlich eine schleunige tion erforderlich ist, oder man ein starkes Gefälle an Stelle erhalten will, allen andern Methoden vorziehn. Aber andere Bauart zeigt sich in ihrer Unterhaltung so kostbar, i keiner wird das Fahrwasser und das ganze Strombett er eintretenden Beschädigung gleich so vollständig verdorben, rade bei dieser. Man ist daher gewöhnlich von dieser nach wenig Jahren wieder abgegangen. Die untere Weser, h die Strecke von Bremen abwärts bis gegen Vegesack, soviel mir bekannt, das einzige Beispiel dafür, dass man nge Reihe von Jahren hindurch die Parallelwerke beibehalten Dieses ist indessen wohl nur durch die ausserordentliche rksamkeit und Thätigkeit möglich gewesen, die der dortige amte ihnen ununterbrochen gewidmet hat.

Der grosse Uebelstand, mit dem die Anwendung der Parallel- verbunden ist, bezieht sich darauf, dass sie nicht auf die ige Ausbildung der Ufer hinwirken, und daher der durch sie chlossene Theil des Strombettes seine ursprüngliche Tiefe nd beibehält und in vielen Fällen sogar noch vergrössert. Bau erhält keinen Schutz durch Alluvionen, sondern egentheile pflegt das natürliche Ufer dahinter, namentlich an

der Stelle, wo der Anschluss stattfindet, abzubrechen, endlich eine Periode eintritt, in welcher man der imme holten und immer kostbarer werdenden Reparaturen m und den ganzen Bau aufgiebt. In vielen Fällen macht einziger kräftiger Durchbruch des Werkes eine Wiederhe schon ganz unmöglich. Mehrfach ist es sogar geschel bei einem solchen Durchbruch der Hauptstrom sich nicht schieden in den abgeschlossenen Arm warf, sondern da zugleich den künstlich dargestellten Schifffahrtsarm so vo mit Sand oder Steinen anfüllte, dass derselbe beim Vers des Hochwassers gar nicht mehr Flussbette, sondern U und das Parallelwerk sich hierdurch in eine Uferdeck wandelt hatte, die aber wegen der eingetretenen Verände Bettes vor dem entgegengesetzten Ufer lag.

Gewöhnlich legt man die Parallelwerke auf solch seichten Stromstellen an, in denen sich gerade ein stark fälle concentrirt, und man hat dabei nicht die Absicht Gefälle auf eine grössere Länge zu vertheilen, sondern es unverändert zu erhalten, damit die vorhergehende Stro keine Senkung erfährt. Es bilden sich sonach längs dem werke oft förmliche Stromschnellen, in welchem theils d Einwirkung des Stroms auf den Boden, hauptsächlich ab die starke Zusammendrängung des Wassers auf eine s schränkte Breite, die für die Schifffahrt erforderliche Wa sich erzeugt. In dieser Art waren seit einer langen Re Jahren die Stromregulirungen an der Saar mit sehr wenig versucht worden, und in derselben Weise, nur mit Anw einer viel vollkommneren Constructionsart, wird die Schif der Mosel im französischen Gebiete unterhalten, sowie auch kleine Ströme in Frankreich nach demselben Prinzip worden sind. Die Parallelwerke werden entweder nur a oder an beiden Seite des Fahrwassers angelegt: sie be für die herabgehenden Schiffe, wenn dieselben auch mit Geschwindigkeit vorbeitreiben, die Gefahr des Aufstossen zugleich dienen sie auch häufig als Leinpfade, wodurch ein sc Zug der Leine vermieden und dadurch das Heraufbring Schiffe möglichst erleichtert wird. Es kommt indessen, wen allein das Interesse der Schifffahrt beachtet, bei den Ge

nen nur auf die Ueberwindung der einzelnen Untiefen oder
hen an, welche gemeinhin durch lange Stromstrecken von hin-
ender und sogar überflüssiger Tiefe und von sehr mässigem
lle getrennt sind. Die Kosten der Regulirung stellen sich
r bei Anwendung dieser Methode für die erste Anlage sehr
sig heraus: der ganze Effect bezieht sich aber ausschliesslich
das kleine Wasser. Das hohe Wasser, welches die kräf-
ten Wirkungen auf das Strombett ausübt, bleibt dabei ganz
achtet, seinen ferneren Wirkungen wird entweder vorgebeugt,
h werden solche in gewisser Weise geleitet: sie bleiben ganz
der zufälligen Gestaltung des Bettes abhängig, und eben da-
ch führen sie leicht Veränderungen herbei, wodurch die Anlage
m Wiedereintritt des kleinen Wassers ihren Zweck verfehlt und
leicht sogar schädlich wird.

Der grösste Uebelstand bei Parallelwerken, der gewöhnlich
Veranlassung zu ihrer Zerstörung gegeben hat, ist der Ueber-
tt des Wassers über dieselben. Fig. 83, Taf. XXXIII. zeigt
Parallelwerk von derjenigen Anordnung, wie es in dem fran-
ischen Antheile der Mosel am häufigsten vorkommt.
liegt in einer Stromkrümmung angelegt: eine starke und in der
rfläche abgepflasterte Steindossirung begrenzt den Strom in
em regelmässigen Bogen vor dem concaven Ufer, während das
vexe Ufer eben durch das Parallelwerk dargestellt wird. Diese
rdnung ist ohnfehlbar die zweckmässigste, die man bei An-
dung dieser Bauart treffen kann, denn durch die Krümmung
Bettes wird auch der Strom des Hochwassers bis zur Ueber-
ung der Ufer noch in den Schifffahrtsarm gewiesen. So lange
Wasserstand unter der Krone des Parallelwerks bleibt, enthält
seitwärts abgeschlossene Arm stehendes Wasser: nur wenn
Bau aus grobem Geschiebe ausgeführt und noch neu ist,
dass die Zwischenräume nicht dicht geschlossen sind, geht
sser hindurch und veranlasst in diesem Arme einige Strömung.
der in Frankreich üblichen sehr sorgfältigen Ausführung war
Quantität des durchsickernden Wassers indessen sehr gering,
her in der ganzen Länge dieses Armes ein fast horizontaler
erspiegel sich einstellte. Dieser Wasserspiegel ist der des
wassers. Der Bau scheidet also in seinem obern Anschlusse
Wassermassen, deren Niveau-Differenz dem ganzen Gefälle

der vom Parallelwerk begrenzten Stromstrecke gleichkommt. Dieses Gefälle beträgt in der Strecke bei Monhofen (Manom) unterhalb Thionville in der Mosel, bei einer Länge des Parallelwerkes von etwa 1200 Meter oder 320 Ruthen, nahe 5 Fuss. Durchschnittlich haben die Werke eine Länge von 430 Meter oder 186 Ruthen und das Gefälle beträgt im Mittel ungefähr 2¼ Fuss. Steigt nun das Wasser so hoch, dass es das Parallelwerk überfluthet, so bedingt dieses Gefälle, welches sich alsdann wohl noch etwas vergrössert, die Fallhöhe, und dieses geschieht so lange, bis die übertretende Wassermenge auch im abgeschlossenen Arme ein stärkeres Gefälle erzeugt und dadurch den Wasserspiegel am obern Ende desselben hebt. Dass in der ersten Zeit des Ueberstürzens ein starker Angriff des Bodens hinter dem Damme und vorzugsweise hinter dem obern Anschluss stattfinden muss, in ähnlicher Weise, wie dieses unterhalb der Wehre geschieht, leidet keinen Zweifel. Die Sicherheit eines solchen Baues wird aber ganz besonders durch die Ausspühlung des Bodens hinter dem Parallelwerke bedroht. Dazu kommt noch, dass das Wasser beim Ueberstürz über den Damm eine Richtung normal gegen denselben verfolgt: es trifft also das Ufer und greift dieses dicht unterhalb der Wurzel des Parallelwerkes stark an. Endlich verhindert der Abschluss der obern Oeffnung das Eintreiben derjenigen schweren Stoffe, welche auf der Sohle des Strombettes fortgetrieben werden. Auf diese Weise geschieht es, dass der abgeschlossene Nebenarm vorzugsweise einer Verbreitung und stellenweisen Vertiefung ausgesetzt, und dagegen der Verlandung entzogen ist. Bei hohem Wasser kann er hiernach, selbst wenn der Anschluss nicht durchbrechen sollte, leicht zum Hauptarme werden, in welchem Falle die Strömung im andern Arme sich mässigt und das schwere Geschiebe darin liegen bleibt. Dieses war in der französischen Mosel bei Sierk wirklich der Fall gewesen, als ich dieselbe sah, und man war gerade mit dem Herausschaffen der sehr schweren Geschiebe und Steinblöcke beschäftigt, die das letzte Hochwasser in den Schifffahrtsarm getrieben hatte.

Eine wesentliche Vervollkommnung der Anlagen dieser Art besteht darin, dass man das Parallelwerk nicht nur an seinem obern Ende mit dem Ufer verbindet, sondern vielfache Anschlüsse desselben darstellt, die in einiger Entfernung hinter

der liegen. Es werden dadurch verschiedene von einander nnte Bassins gebildet, und die Niveaudifferenz zwischen dem - und Unterwasser vertheilt sich zwischen dieselben ziemlich hmässig, so dass sie an jedem einzelnen Anschlussdamme leutend bleibt, und daher jedesmal der Uebersturz des Wassers weniger verheerend wird. Ausserdem stellt sich bei dieser nderten Anordnung zugleich der wesentliche Vortheil ein, dass Strom, wenn zufälliger Weise ein Damm durchbrechen sollte, h die andern Dämme noch kräftig aufgehalten wird, und falls tragen dieselben sämmtlich zur Beruhigung des Wassers n dem Boden bei und befördern dadurch den Niederschlag. chwereren Geschiebe, welche sich längs der Sohle des Strom-s bewegen, bleiben freilich auch in diesem Falle noch aus-hlossen, und sonach erfolgt die Verlandung immer viel lang-er, als sie zwischen offenen Einbauen vor sich zu gehn pflegt.

Ein vielfacher Anschluss der Parallelwerke an das dahinter nde Ufer kommt bei uns in neuester Zeit jedesmal zur Aus-ung, so oft diese Bauart überhaupt gewählt wird: auch in kreich hat man an der Midouze und Garonne dasselbe gethan.

In einzelnen Fällen hat man bei der Anlage der Parallel-ke gleich die Ufer bis zu ihnen herausgeführt, und den ab-hnittenen Theil des Strombettes durch unmittelbare Handarbeit gefüllt. Dadurch verwandeln sich die Parallelwerke in Ufer-ungen, und die erwähnten Uebelstände können nicht mehr reten. Die Kosten der Anlage werden dadurch aber so sehr iht, dass man nicht leicht dieses Mittel in Anwendung bringen n. Ein Beispiel dieser Art liefert der Clyde-Strom, der vor-sweise durch Parallelwerke beschränkt ist, die man mit dem der Baggerung gewonnenen Material hinterfüllte. Auch an der ern Lippe ist etwas Aehnliches geschehn. Zwischen den hohen digen und höchst unfruchtbaren Ufern hatte das Strombett ssentheils eine übermässige Verbreitung angenommen, welche Bildung und Erhaltung einer gehörigen Schifffahrtstiefe ver-erte. Bei der nöthigen Einschränkung war ausser diesem heil zugleich die Gewinnung ausgedehnter Wiesenflächen in bisherigen Bette zu erwarten, und viele Uferbesitzer verstanden dazu, bei einiger Unterstützung, die ihnen von Seiten des ts gewährt wurde, die Einschränkung selbst zu übernehmen,

wofür ihnen das Eigenthumsrecht auf die Alluvionen überlass wurde. Statt aber die Bildung der Alluvionen durch den Str abzuwarten, verfüllten sie gleich die ihnen überwiesenen Fläch durch Sand, den sie vom Fusse der nicht weit entfernten Anhöh herbeifuhren, und schützten diese Anschüttungen in der festgestel Uferlinie durch Parallelwerke oder vielmehr durch Uferdeckung Auf diese Art wurde der zwiefache Nutzen in weit kürzerer Ze erfüllt, als wenn die Wirkungen des Stromes abgewartet wär es dürfte indessen nur selten die Gelegenheit vorhanden sein, solches Verfahren mit Nutzen anzuwenden, denn einerseits ist dabei Bedingung, dass die erforderlichen grossen Sand- od Erdmassen in der Nähe liegen und sonach die Transportko nicht bedeutend ausfallen: sodann muss auch die Strömung z Zeit des Hochwassers nicht besonders heftig sein, weil es sich sonst leicht treffen könnte, dass der frisch aufgeschüttete Sa bevor er von einer Grasnarbe bedeckt wird, durch das darüb fliessende Wasser leidet und stellenweise ausgerissen wird.

In diesen letzten Fällen sind die Parallelwerke grossenth zu beiden Seiten des Stromes ausgeführt worden. Auch a der Mosel im französischen Gebiete wählte man Anfangs die beid seitige Begrenzung des Fahrwassers durch Parallelwerke: di französischen Ingenieure sind auch der Ansicht, dass der Zwe hierdurch vollständiger erreicht worden sei, was sich vielle dadurch erklären lässt, dass jeder einzelne Seitenarm alsda weniger zur Aufnahme des Hauptstromes geeignet war. Die gr Vermehrung der Kosten hat es indessen verhindert, von dies Anwendung vielfachen Gebrauch zu machen.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass unterhalb der ve engten Stelle gewöhnlich eine sehr starke Ablagerung von G schieben und feinerem Material eintritt. Es ist dieses eine na liche Folge der plötzlichen Erweiterung des Profils. N wenn das Fahrwasser in einer Curve liegt, wie dieses in de Figur gezeichnet ist, setzt sich die tiefere Rinne auch weiter a wärts fort. Bei gerader Richtung der Stromschnelle lagert sich indessen unterhalb derselben gewöhnlich eine Bank von schwere Geschiebe ab, welche das Fahrwasser spaltet und welche m durch weitere Verlängerung der Werke entfernen kann. D

ung solcher Untiefen durch Baggern hat in der Regel keinen
nden Erfolg, indem dieselbe sich nach jedem Hochwasser
r aufs Neue bildet.

§. 71.
Einbaue.

Der Zweck der Stromregulirung besteht darin, das Bette und
Jfer so auszubilden und die Strömung so zu leiten und zu-
enzuhalten, dass die Verflächungen und sonstigen Unordnungen
bren, welche der Abführung des Wassers oder der Schifffahrt
rlich waren, oder welche den Uferabbruch veranlassten. Man
ohne Zweifel auch durch künstliche Anlagen unmittelbar
e günstige Verhältnisse herbeiführen, aber wie bereits erwähnt
n, werden die Kosten in diesem Falle übermässig gesteigert,
lieses findet nicht nur bei der ersten Anlage, sondern auch
er Unterhaltung statt. Weit zweckmässiger und sicherer
daher, den Strom zu veranlassen, dass er selbst zu diesem
ke mitwirkt, und er namentlich seine Ufer in der Art, wie
s wünscht, ausbildet. Er muss also an denjenigen Stellen
Bettes, welche innerhalb der beabsichtigten Uferlinie liegen,
alicher Weise, wie es bei Colmationen geschieht, die Stoffe
ufen, die er mit sich führt. Damit dieses aber geschehen
, ist es nöthig, dass man den Strom von diesen Flächen
swegs ausschliesst, denn dadurch würde auch der Eintritt
Stoffe verhindert werden: er muss vielmehr einen freien
ng finden, und eine frische Strömung muss ihn hineinweisen.
diese Strömung muss da, wo die Verlandung erfolgen soll,
hlig schwächer werden, und namentlich unmittelbar über dem
n müssen sich Hindernisse der Bewegung finden, welche die
e und den Kies und selbst die Sandwellen, die auf der Sohle
Bettes sich fortbewegen, aufhalten und dadurch nach und nach
Erhöhung herbeiführen. Hierin liegt der Grund, weshalb die
llelwerke, die im günstigsten Falle ganz abgeschlossne Bassins
n, zu diesem Zwecke untauglich sind: dagegen können die
Ufer aus in den Strom vortretenden Einbaue sich als sehr
eilhaft zeigen und die Uferbildung vollständig herbeiführen.
dieses möglich sei, hat die Erfahrung bereits vielfach gezeigt.

Der Hauptzweck der Einbaue ist hiernach die allmähli Umgestaltung der Ufer, und nur in dem Maasse, wie di Zweck erreicht wird, kann die Einwirkung auf das Bett zeigen. Will man letztere möglichst beschleunigen, wie di sehr häufig geschehn muss, so leidet dabei leicht die Bildung Ufer, und die ganze Anlage wird alsdann der Gefahr einer Z störung oder vielfacher Beschädigung in weit höherem Grade gesetzt bleiben, als wenn die Verlandung ganz regelmässig getreten ist.

Diese Ansicht über den Zweck der Einbaue ist keinesw allgemein verbreitet: man erwartet von denselben gewöhnlich ni weiter, als den Schutz der Ufer und die Erhaltung der T In dieser Art hat sich z. B. Woltman noch in der letzten seines Lebens ausgesprochen; er betrachtet die Einbaue nur Mittel, um einzelne Unregelmässigkeiten zu verhinde Ohne Zweifel ist selbst ein solcher Zweck sehr häufig ve worden, und namentlich sind die älteren Erfahrungen, die über die Wirkung der Einbaue gemacht hat, so niederschlag dass, wenn eine Wiederholung derselben auch bei den jetz und künftigen Anlagen zu besorgen wäre, man zweifelhaft müsste, ob ihr Nutzen wirklich den darauf verwendeten Ko entspricht und man nicht für das allgemeine Beste mehr so würde, wenn man den Gedanken an eine Stromregulirung aufgäbe, und sich nur darauf beschränkte, einzelne Hinder die gar zu gross und nachtheilig werden, zu beseitigen, in man hin und wieder der Wirksamkeit der Natur etwas zu H kommt. In den von Wiebeking mitgetheilten Charten des Rh stroms sind in der Stromstrecke, welche innerhalb der jetz Preussischen Rheinprovinz und namentlich des Düsseldorfer gierungsbezirkes liegt, eine sehr grosse Menge von Einba angegeben, die grossentheils von Wiebeking selbst oder doch u seiner Mitwirkung ausgeführt worden sind. Von allen diesen lagen war schon vor 20 Jahren keine Spur mehr vorhanden

*) Crelle, Journal für die Baukunst, II. Band, Seite 117.

**) Es ergiebt sich dieses auch aus der Vergleichung mit der E mannschen Charte des Rheinstroms im Düsseldorfer Regierungsbez die im Jahre 1836 herausgegeben ist.

einen günstigen Erfolg in Betreff der Stromregulirung haben niemals gezeigt. Die Vernachlässigung des Strombaues unter französischen Herrschaft während weniger Jahre hatte den ständigen Ruin dieser Anlagen herbeigeführt: doch auch ohne Veranlassung wurde ein grosser Theil derselben schon bald dem Bau durch den Strom zerstört.

Diese Erfahrung zeigt, wie nöthig es sei, die Stromregulirungs-ke so anzuordnen, dass sie nicht fortwährend ihre gefährliche ge behalten. Sie müssen vielmehr durch die **Bildung des** ers sich selbst Schutz verschaffen, so dass sie nur an ein-nen Stellen einem dauernden Angriffe ausgesetzt bleiben. Indem n aber diese bedrohten Stellen schon vorher kennt, so muss ch möglichste Solidität ihnen der gehörige Schutz sogleich geben werden.

So lange man nur die Absicht verfolgte, durch die ausge-rten Bauwerke auf die Bildung des tiefen Stromschlauches und ar vorzugsweise mit Berücksichtigung des mittleren und niedrigen assers hinzuwirken, wie dieses auch bei Anlage der Parallel-rke der Fall ist, so erreicht man zwar zuweilen bald einige folge, aber das Hochwasser wirkte nicht auf Verlandung, und tte ganz gewöhnlich seine Angriffe gegen die Ufer immer weiter rt. Dieses war der Grund, weshalb die weit vortretenden und mabwärts geneigten Einbaue jedesmal stark beschädigt und sehr bald zerstört wurden, namentlich wenn ihre Unterhaltung ge Zeit hindurch unterblieb. Die an derselben Strecke des eins seit der Wiederbesitznahme durch Preussen ausgeführten rke zeigen dagegen, insofern sie die Stromregulirung betreffen, entlich andere Erfolge: sie haben nicht nur den ferneren Ab-ch der Ufer verhindert, sondern fast jedesmal **Verlandungen** eugt, wodurch sie selbst immer mehr und mehr dem Strom-griffe entzogen werden, und in vielen Fällen ein Wiedereintritt früheren Zustandes bereits ganz undenkbar geworden ist. nn die Werke an ihrem Kopfe auch dem ferneren Angriffe des oms blossgestellt bleiben und demselben auch unmöglich ganz zogen werden können, so sind sie durch die eingetretenen Ver-dungen vor einem Durchbruche gesichert, und sollte wegen terlassung der nöthigen Reparaturen der Kopf auch nach und ch zerstört werden, so kann man wohl erwarten, dass diese

Zerstörung nur sehr langsam fortschreiten wird. Eine wesen Erleichterung in der Unterhaltung tritt aber bei ihnen noc sofern ein, als die Werke sich gegenseitig unterstützen: inde sämmtlich auf die Darstellung eines regelmässigen Strom hinwirken, so verhindern sie es, dass vor einem derselb besonders starker Angriff sich concentriren kann.

Die Regulirung des Rheins im Düsseldorfer Regierungs konnte bei der Kostbarkeit der Anlagen nur langsam vorsch und sie ist noch keineswegs als beendet zu betrachten, abe wichtig sind ohne Zweifel die stellenweise daselbst berei reichten Erfolge. Es sei mir erlaubt, die Männer zu n deren unbefangenem und durch vielfache Erfahrungen geläu Urtheile diese auch für die Wissenschaft so wichtigen E vorzugsweise zu verdanken sind: es sind der Geheime Obe rath Bauer und der vor Kurzem verstorbene Geheime Regier rath Eversmann. Bei kleinern Strömen lässt sich der Zwec schneller und mit weit geringern Mitteln erreichen. Im Preussischen Antheile der Weser ist die Regulirung im Zeit von wenig Jahren sehr vollständig gelungen, und zwar sind vielfach feste Ufer an denjenigen Stellen entstanden, wo in nachtheiliger und gefährlicher Krümmung das Fahrwasser Noch schneller bildeten sich das Bette und zugleich die Uf der Mosel im Trierer und Coblenzer Regierungsbezirk aus. G sind ähnliche Erfolge in der neuesten Zeit auch an andern Str erreicht worden, ich habe diese Beispiele nur deshalb gew weil ich die Verhältnisse daselbst näher kenne. Sie werde nügen, um den Beweis zu liefern, dass der oben angeg Zweck der Einbaue und überhaupt der Stromregulir sich wirklich erreichen lässt. Es bedarf aber keines n Beweises, dass man auf diese Weise viel mehr gewinnt, als man durch andere Methoden nur auf einen augenblicklichen E hinwirkt, und namentlich stellenweise eine etwas grössere T recht schnell darstellt, während bei jedem Hochwasser die W immer von Neuem bedroht werden, und sie nach und nach immer gefährlichere Lage annehmen, bis sie endlich, und oft kurzer Zeit zerstört werden, und man sich alsdann gezwun sieht, nach der dadurch herbeigeführten Umgestaltung der die Regulirung wieder ganz von Neuem vorzunehmen.

habe bisher die Benennung Einbau gewählt, um die Classe der vom Ufer aus in den Strom vortretenden Werke zeichnen: sie unterscheiden sich von den Parallelwerken , dass sie sich entweder gar nicht, oder doch nur auf Längen parallel zum Strome hinziehn. Andere Benennungen sie weit bekannter, aber man pflegt dabei immer zugleich isse Constructionsarten zu denken, die im Vorstehenden ht in Betracht gekommen sind. Die sämmtlichen Ausdrücke, h man die Einbaue bezeichnet, sind wohl ursprünglich iell, und je nachdem die localen Verhältnisse das eine oder dere Material daselbst besonders angemessen erscheinen so ist auch mehr oder weniger die Andeutung der Connsart, und namentlich des Materials, woraus sie bestehn, Begriff des Wortes mit übertragen. So versteht man unter en, Kribben, Schlachten, Stacken und Schlengen Einbaue, die aus Strauch oder aus Faschinen erbaut sind, e oder Wehre dagegen bezeichnen die Stein-Construction öfter die Anwendung des starken Bauholzes. Nichts desto r werden auch diese Benennungen sehr verschieden ge-t, und am allgemeinsten findet noch das Wort Buhne Ein- worunter man gegenwärtig selbst die Steinwerke begreift. versteht darunter aber immer nur solche Baue, welche twerke sind und hinreichende Stärke haben, um dem Angriffe des Stroms Widerstand zu leisten: die leichteren rstützungswerke, welche an geschützten Stellen errichtet n, um das Wasser daselbst noch mehr zur Ruhe kommen sen, und welche ihrer Richtung und ihrem Zwecke nach nichts Anderes als Einbaue sind, nennt man nicht mehr n, sondern Schlickfänge, auch Traversen, und wenn f höheren Sandflächen angelegt werden, Rauschen: auch onstructionsart bestimmt oft wieder die Benennung derselben, B. Schlickzäune, Flechtzäune, Pflanzlinien u. dergl. Die Buhnen selbst werden nach dem verschiedenen Zwecke, sie herbeiführen sollen, wieder verschiedentlich benannt: be-rs in früherer Zeit machte man hierbei den wesentlichen schied, dass man sie entweder als defensive oder als nsive Werke ansah. Das unterscheidende Kennzeichen hen beiden war nach Silberschlag die Breite, auf welche sie

den Strom beschränkten: so lange sie nämlich die Norma frei liessen, so sah man sie nur als Schutzwerke f dahinter liegende Ufer an, im entgegengesetzten Falle mein aber, dass sie den Angriff des gegenüberliegenden Ufers bew Wenn die eigentliche Stromregulirung beabsichtigt wird, u Werke vom Staate ausgeführt werden, so ist die Erhaltu Ufer, obwohl sie jedesmal mit herbeigeführt wird, doch n untergeordneter Zweck, der Abbruch derselben wird aber sehr seltenen Fällen beabsichtigt. Die erwähnte Eintheilu Buhnen hat demnach, wenn sie sich auch wirklich dur verschiedenartige Wirksamkeit der Anlagen begründen sollt dem Gesichtspunkte, der hier zum Grunde gelegt werden keine Bedeutung. Nichts desto weniger wird auch gege noch oft derselbe Unterschied gemacht, und zugleich wir die Herbeiführung anderer Zwecke von den Buhnenanlag wartet, woher sie wieder besondere Benennungen erhalten will diese Benennungen hier aufführen, obgleich einige de sich nicht mehr auf eigentliche Einbaue beziehn.

Unter Schutzbuhnen versteht man solche Einbaue, allein die Sicherstellung des dahinter liegenden Ufers bezw wenn sie aber nicht nur hierauf, sondern auch auf Verl oder auf die Erzeugung eines Vorlandes hinwirken sollen, so man sie Fangbuhnen. Ferner versteht man unter T buhnen diejenigen Einbaue, welche Silberschlag offensive indem sie das gegenüberliegende Ufer, oder auch wohl e Strom gelegene Insel oder eine Sand- oder Kiesbank in versetzen sollen. Rauschbuhnen heissen sie in dem wenn ein starkes Gefälle zwischen je zwei einander gege liegenden Buhnen sich bildet. Letztere dienen demnach zu zeugung des Staues, und ihr Zweck ist derselbe, den ma besser durch Parallelwerke erreicht. Die vorstehenden Art Buhnen sind eigentliche Einbaue: ausserdem kommen auch Schöpfbuhnen vor, d. h. Werke an den obern Spitz Inseln, die durch ihre Richtung dem einen, oder dem andern die Hauptströmung zuweisen sollen, jedoch sehr häufig das Gegentheil von dem herbeigeführt haben, was man dur Anlage beabsichtigte. Ferner nennt man Trennungsbu (Separationswerke) diejenigen Werke, welche vor de

lung von Seitenzuflüssen oder Nebenarmen angelegt werden, eine unregelmässige Verbindung derselben mit dem Haupte zu verhindern. Endlich werden zuweilen auch diejenigen ke, welche Stromarme ganz abschliessen, Sperrbuhnen nnt, wofür die gewöhnliche Benennung Coupirung ist.

Die Wirkungsart der eigentlichen Einbaue bei verschien Wasserständen ergiebt sich aus dem, was oben (§. 68) den Effect des strömenden Wassers gesagt ist. Die Buhne t bei kleinem Wasser, oder so lange sie nicht stark strömt wird, einen Theil des Profils, und die sämmtlichen serfäden, die früher daselbst abflossen, müssen nunmehr durch übrigbleibenden Theil des Profils hindurchgehn. Hieraus ebt sich augenscheinlich für den letztern eine vermehrte Gendigkeit und sonach ein verstärkter Angriff gegen das Bett.

Vor dem Einbau bildet sich keineswegs stehendes Wasser, mehr bemerkt man hier gewöhnlich eine frische Strömung, häufig kommt es sogar vor, dass einzelne Buhnen, besonders sie weit in den Strom vortreten, in der Art, wie Fig. 84, die Richtung desselben wenig zu verändern scheinen. Durch eiden punktirten Linien ist diese Richtung des Stroms oder Stromstrich vor und nach dem Bau in der Art angedeutet, r sich häufig in der Oberfläche des Wassers zeigt. Es nt sogar vor, dass Schiffe bei der Thalfahrt durch den Strom n Winkel oberhalb der Buhne hineingezogen werden, und vom gegenüberliegenden Ufer aus die Sandbänke während Baues und bald nachher sich viel weiter in das Bette hinein-, als es vorher der Fall war. Diese auffallende Erscheinung, nämlich eine ansehnliche und zuweilen sogar eine sehr heftige nung sich erhält, unerachtet der gerade Weg für sie aberrt wird, ist einestheils dadurch zu erklären, dass in jedem profile des Stroms, wenn auch nicht in aller Schärfe, doch gstens ungefähr, das Wasser im Niveau bleibt, daher ist es t möglich, dass in dem von der Buhne und dem Ufer einhlossenen Winkel das Wasser eben so hoch stehen sollte, als emjenigen Profile stromaufwärts, wo man schon den Beginn Wirksamkeit der Buhne erwartet. Das Gefälle, welches hier längs dem Ufer zwischen A und B bleibt, muss offenbar gewisse Strömung erzeugen. Wollte man annehmen, dass

dieses Gefälle sehr geringe sei, so würde wieder das Gefälle in dem Querprofile selbst dicht oberhalb der Buhne zwischen *B* und *C* um so grösser ausfallen und eine Folge davon würde sein, dass das Wasser aus dem Winkel oberhalb der Buhne oder vom Punkt *B* aus um so schneller nach dem Kopfe *C* abfliessen und sich daher in *B* senken müsste. Dadurch würde sich aufs Neue ein stärkeres Gefälle und mit ihm zugleich eine vermehrte Strömung von *A* nach *B* bilden. Das relative Gefälle der Uferströmung kann in der That nur in dem Maasse sich vermindern, wie sein Weg durch die Buhne verlängert worden ist, und diese Verlängerung ist gemeinhin so unbedeutend, dass ihr Einfluss durch die Vergrösserung der Tiefe in dem scharf begrenzten und gekrümmten Wege aufgehoben wird. Während der Dauer des niedrigen und mittleren Wassers pflegen daher die günstigern Verhältnisse, die man bei der Anlage der Buhnen erwartet, noch nicht einzutreten.

Ein andrer Grund, der vorzugsweise dazu beiträgt, die Strömung neben dem Ufer zu erhalten, liegt ohne Zweifel in der Gestaltung des Strombettes. Man darf nicht voraussetzen, dass Buhnenanlagen auf eine weite Entfernung stromaufwärts schon von Einfluss sind. Ein solcher kann im Allgemeinen hier nur darin bestehn, dass die Buhnen durch den erzeugten Aufstau das Gefälle mässigen: aber dieses verschwindet sogleich, wie die grössere Tiefe vor dem Kopfe einen verstärkten Abfluss gestattet. Das Wasser verfolgt sonach unmittelbar nach der Ausführung des Baues seinen früheren Weg, und vermöge seines Beharrungsvermögens behält es auch, sobald es in den Wirkungskreis der Buhne tritt, diejenige Richtung bei, die ihm durch die Gestaltung des vorhergehenden Theiles des Strombettes, und namentlich durch die tieferen Rinnen in demselben angewiesen wird. Diese Verhältnisse werden gleichfalls nicht früher verändert, als bis durch das Hochwasser eine wesentliche Umformung eingetreten ist. Es erklärt sich indessen hieraus, dass **einzelne Buhnen**, besonders wenn sie stark vortreten, weit entfernt eine Regulirung des Stroms hervorzubringen, vielmehr die Unregelmässigkeit desselben noch vergrössern. Aber auch selbst zur Zeit des Hochwassers können solche isolirte Anlagen keinen günstigen Erfolg bewirken, und sie haben überall, wo man sie erbaut hat, nichts effectuirt, während sie unverhältnissmässig grosse Unterhaltungskosten erfordern,

wenn man diese nicht mehr darauf anwenden will, schnell
ört werden.

Endlich ist ohne Zweifel auch die **Adhäsion** der Wasser-
n unter sich ein dritter Grund, woher die Strömung neben
Ufer vor der Buhne nicht ganz aufhören kann. Es ergiebt
aber, dass diese drei Gründe immer mehr an Bedeutung ver-
en, in je kürzerem Abstande die Buhnen einander folgen.
rauf beruht das sicherste Mittel, um den Strom vom Ufer zu
fernen und in denjenigen Theil des Bettes zu weisen, den man
eigentliches Strombett offen erhalten will. Hierbei muss aber
h darauf aufmerksam gemacht werden, dass die **Entfernung**
r Buhnen unter sich keineswegs allein von ihrer Länge ab-
gig ist, sondern dass man vielmehr eine bestimmte Beziehung
schen dieser Entfernung und der Breite des Stroms aufsuchen
ss. Es ergiebt sich dieses schon aus dem Umstande, dass,
n die Buhnen später ihren Zweck erfüllt und die Verlandung
schen sich erzeugt haben, die letztere noch dauernd durch sie
schützt werden muss, damit nicht neue Ufereinbrüche und Un-
ungen sich erzeugen. Dabei ist offenbar die Lage des Ufers
r Zeit der Regulirung ganz gleichgültig, und folglich auch die
sprüngliche Länge der Buhnen. Es kommt darauf an, dass
e Buhnenköpfe, welche die Festpunkte für das Ufer bilden, so
he neben einander liegen, dass keine nachtheilige Stromkrümme
zwischen entstehen kann, und ohne Zweifel ist die Breite des
oms der einzige Maassstab für diese noch zulässige Entfernung
r Köpfe von einander. Zur Erleichterung der Anlage kann es
lerdings dienen, wenn man in tiefen Buchten Anfangs die Buhnen
grösserm Abstande von einander legt: sie werden alsdann aber
niger wirksam sein, und sie können nur dazu dienen, einiger-
assen die Verhältnisse zu verbessern und einige Verlandung
erzeugen. Sobald dieser Zweck durch sie aber herbeigeführt
so müssen sie noch durch dazwischengelegte Werke in ihrer
irksamkeit unterstützt werden. Man erreicht dadurch den Vor-
il, dass man die spätern Bauten in einer geringern Wassertiefe
d zuweilen auch in geringerer Länge, also in beider Beziehung
hlfeiler ausführen kann.

Verfolgt man ferner die Strömung des niedrigen Wassers,
e dieselbe sich **vor dem Kopfe** oder dem äussern Ende der

Buhne und unterhalb desselben bildet, so findet augenschei
an der Stelle, wo die Buhne liegt, nicht nur wegen der stär
Verengung des Profiles die grösste Geschwindigkeit statt, so
ausserdem trifft gerade hier die Seiten- oder Uferströmun
dem nicht abgelenkten Strome zusammen; ausserdem zeig
hier auch das stärkste Gefälle und oft ein förmlicher Wasse
Alle diese Umstände wirken auf die Vertiefung dieser Stell
welche in der Regel auch sehr stark und sehr schnell e
Oft stellt sie sich in solcher Grösse ein, dass selbst die W
fäden von der andern Seite des Stromes sich hierher w
weil ihre Abführung hier am wenigsten behindert wird, und
scheinlich erfolgt dieses auch aus dem Grunde, weil gerade
der Buhne das Wasser am niedrigsten steht, und sons
heftiger Strom schräge dahin gekehrt wird.

Die starke Vertiefung vor dem Kopfe der Buhn
schon als eine Unregelmässigkeit im Strombett an sich nach
sie wird es um so mehr, als sie zuweilen eine übermässig
engung des Profils und dadurch auch eine besonders heftig
mung veranlasst, welche den Betrieb der Schifffahrt sehr ers
und selbst gefährlich machen kann: endlich aber wird
für die Buhne selbst eine grosse Gefahr herbeigeführt.
während des Baues pflegt sich die Vertiefung zu zeigen
indem sie immer vor dem Kopfe des bereits fertigen Thei
tritt, so geschieht es nicht selten, dass man die ganze B
einer weit grösseren Tiefe ausführen muss, als es nach den
gehenden Untersuchungen des Grundes zu erwarten war.
nicht an Beispielen, dass Buhnenanlagen gar nicht beendigt
konnten, weil die Tiefe und zugleich die Strömung v
immer heftiger wurde. Von den Vorsichtsmaassregeln, wel
in dieser Beziehung treffen kann, soll später bei Beschreib
Constructionen die Rede sein, hier muss aber darauf auf
gemacht werden, dass dieser Uebelstand immer am bedenk
wird, wenn man mit einem einzelnen Bau sehr weit in d
herausgeht und die Verengung des Profils ein besonders
Gefälle oder einen sehr hohen Aufstau verursacht. W
dagegen eine Buhne in nicht gar weiter Entfernung von
ausführt, so vertheilt sich das Gefälle der zu corrigirenden
strecke auf alle, und es wird an jeder einzelnen in d

ältnisse geringer, woher auch seine Wirkung sich viel mässiger sstellt. Ausserdem gewährt jede fertige Buhne einen merk- n Schutz der nächstfolgenden, und indem man das ganze m von Buhnen an das regelmässig geformte Ufer anschliesst, t das oberste Werk nur kurz und daher leicht aufzuführen, jedes folgende tritt vor dem früheren in gleicher Art nur g vor, so dass kein einziges in seiner ganzen Länge von n besonders heftigen Strome getroffen wird.

Unterhalb des Kopfes der Buhne trifft der sehr ver- te Strom mit einer Wassermasse zusammen, die an der all- inen Bewegung wenig Theil nimmt und wenigstens von oben einen Zufluss erhält. Hier bilden sich in Folge der Adhäsion Wasserfäden jene Wirbel oder Widerströme aus, deren schon Erwähnung geschehn ist, und zu ihrer Mässigung trägt nders eine sanfte Dossirung des Kopfes der Buhne sehr wirk- bei. Ausserdem aber sind sie um so schwächer, je geringer Gefälle vor der Buhne bleibt, und sonach lässt sich ihr licher Einfluss gleichfalls vermindern, wenn man die Anzahl Buhnen vergrössert, oder das Gefälle der ganzen Stromstrecke mehrere vertheilt.

So lange der niedrige Wasserstand anhält, oder wenig- s die Buhnen nicht stark überströmt werden, so beschränkt der Effect, den sie herbeiführen, grossentheils auf die Ver- ng des Bettes unmittelbar vor dem Kopfe: es bilden sich hier Löcher, die sich bald nach oben, bald nach unten hin weiter dehnen, die aber, wenn die Strömung stark ist und die Buhnen t weit von einander liegen, mit der Zeit in Zusammenhang n und dadurch die beabsichtigte tiefe Fahrrinne durch die iefe darstellen. Ein solcher tiefer Schlauch liegt aber, wie aus dem Mitgetheilten ergiebt, jedenfalls unmittelbar vor den nenköpfen. Man pflegt aus diesem Grunde den Buhnen im emeinen die Eigenschaft beizulegen, dass sie den Strom iehn. In vielen Fällen kann diese Eigenschaft sehr nützlich en, zuweilen ist sie aber auch sehr nachtheilig und dem ke des Baues gerade entgegen. Das Letzte pflegt namentlich treten, wenn man die Anlage in der Absicht ausgeführt hat, n dem gegenüberliegenden Ufer Abbruch zu erzeugen, oder n zu beseitigen, die im Strombette sich befinden. In gleicher

Art verfehlen auch die sogenannten Schöpfbuhnen grossentheils ihren Zweck: statt den Strom von demjenigen Arm abzulenken, dessen obere Mündung sie theilweise absperren, erzeugen sie eine so starke Vertiefung vor ihrem Kopfe, dass der Strom sich vorzugsweise in diesen Arm hineinwirft und dadurch der andere Arm, dem man mehr Wasser zuweisen wollte, zur Verlandung kommt.

Es lässt sich indessen aus dieser Wirkung der Buhnen wieder grosser Vortheil ziehn: besonders kann man hierdurch in Sandbänken, die von dem convexen Ufer aus weit in das Strombett vortreten, tiefe Rinnen einschneiden und offen erhalten, wodurch der Angriff gegen das concave Ufer sich vermindert. Man muss dabei freilich von der gewöhnlichen Ansicht des Sachverhältnisses abstrahiren, und sich nicht mehr an die Regel binden, dass vor convexen Ufern keine Buhne ausgeführt werden dürfe, wie dieses oft als allgemein gültiger Grundsatz ausgesprochen worden ist. Diese Regel beruht allein auf der Voraussetzung, dass alle Buhnen den Strom von sich abweisen, sie also in diesem Falle den Angriff auf das concave Ufer vermehren, oder die Krümmung noch schärfer machen würden. In der Wirklichkeit geschieht dieses aber nicht immer, vielmehr ist das Gegentheil die allgemeinere Erscheinung, denn die meisten Buhnen ziehn den Strom an. Die Buhnen auf der Sandbank vor dem convexen Ufer wirken daher, wenn sie noch von einer merklichen Strömung getroffen werden, in gleicher Weise, wie sie es unter andern Verhältnissen thun würden: sie concentriren nämlich den Strom vor ihren Köpfen, erzeugen hier Vertiefung und dienen sonach dazu, die Sandbank, auf der sie stehn, in Angriff zu versetzen, oder den Anfall des Stroms auf das gegenüberliegende bedrohte Ufer zu mässigen. Eversmann hat in einem Falle mit sehr günstigem Erfolge einige Werke in dieser Art erbauen lassen: sie waren indessen so leicht construirt, dass sie einer starken Vertiefung vor dem Kopfe nicht widerstehn konnten, und daher sogleich abbrachen, wie eine solche eintrat. Sie durften aus diesem Grunde weit über die Normalbreite des Stroms herausgeführt werden, wodurch es allein möglich war, sie einer heftigen Strömung auszusetzen, welche auf die Vertiefung hinwirken konnte. Sobald diese sich aber zeigte, zog sich auch die Strömung schon stärker nach diesem Ufer hin, und der Strom blieb noch wir

uch der Kopf der Buhne in der Tiefe versank und fort-
wurde. In gleicher Weise hat es sich in vielen andern
herausgestellt, dass stärkere Buhnen, welche dauernd die
bezeichnen sollten, auch vor dem convexen Ufer die tiefe
erzeugt haben.
n kann die Wirksamkeit der Buhnen, in Betreff der Bil-
er zusammenhängenden Rinne, ausserordentlich verstärken,
nan sie mit Flügeln versieht, wie Fig. 85 zeigt. Der
dieser Anordnung liegt darin, dass man dem vorbei-
den Wasser eine bestimmte Richtung ertheilt, die es in
seines Beharrungsvermögens auch ferner beibehält und da-
eranlasst wird, auf eine grössere Länge das Bett anzu-
. Es bilden diese Flügel den Uebergang zu den Parallel-
, und dieselben Uebelstände, welche bei den letztern
n, zeigen sich gewissermaassen auch schon an ihnen, und
lich betreffen diese die unregelmässige und unvollständige
rung des Materials aus dem Flusse: sie verhindern daher
zum Theil die gehörige Ausbildung der Ufer. Nichts desto
r giebt es Fälle, wo sie sehr nützlich sind, und am Rhein
derholentlich mit vielem Vortheil davon Gebrauch gemacht
. Man kann diese Flügel entweder stromaufwärts oder
bwärts an die Buhnen anschliessen, oder auch Beides ver-
, wie in der Figur angegeben ist. Ausserdem liegt eine
iedenheit noch darin, dass man sie entweder ganz gerade
Richtung der beabsichtigten Uferlinie zieht, wie Fig. 85 *a*,
ie eine solche Neigung und zugleich einige Krümmung
n, dass sie um so kräftiger das Wasser verhindern, die-
Richtung anzunehmen, welche dieses, wenn die Flügel nicht
den wären, annehmen würde Fig. 85 *b*.
on der Wirksamkeit der Buhnen bei niedrigem Wasser hängt
antwortung der Frage ab, ob man bei der Ausführung
ganzen Systems von Buhnen mit der obern oder mit
tern den Anfang machen soll. Insofern beim Eintritt des
assers das ganze System gewöhnlich beendigt ist, wäre
nur die Wirkung des mittleren und kleinen Wassers zu
sichtigen. Jedenfalls wird man die Buhnen der Reihe nach
ren, weil man nur in diesem Falle aus dem schon fertigen
des Baues für den noch in Arbeit befindlichen eine vor-

theilhafte Wirkung ziehn kann. Hat man den Bau von her begonnen, wie dieses häufig geschieht, so wird die Ausfü einer nächst oberhalb belegenen Buhne einige Erleichterung den Stau erfahren, welchen das bereits fertige Werk verur eben dieser Vortheil tritt indessen auch im entgegengesetzten ein, insofern die fertige Buhne, wenn sie oberhalb der in begriffenen liegt, einen Theil des Gefälles der ganzen S strecke schon aufhebt. Bei der letzten Anordnung zeigt aber noch der wesentliche Nutzen, dass man einen grossen jeder einzelnen Buhne im Schutze der vorhergehenden er kann, ohne dabei einem starken Anfalle des Stromes aus zu sein, wogegen dieser Stromanfall bei jeder einzelnen immer in der ganzen Länge derselben ungeschwächt eintritt, man von unten angefangen hat und nach und nach weiter s aufwärts geht. Hierbei kommt aber noch ein anderer sehr w licher Umstand in Betracht, der gleichfalls für den Begin Arbeit von oben her spricht. Die Veranlassung zu jeder Un mässigkeit im Strombette liegt nämlich gemeinhin weiter aufwärts: nur in sehr seltenen Fällen zeigt sich das Gege indem Verflächungen oder Verlandungen nach der stromau gekehrten Seite anwachsen, und immer neue Sandmassen davor niederschlagen. Der gewöhnliche Fall ist der, das Untiefe oder ein unregelmässig gekrümmtes Ufer dem Strom schräge Richtung ertheilt, bei deren weiterer Verfolgung e Unregelmässigkeiten bildet. Will man also das Uebel i Wurzel angreifen, so muss man die erste Veranlassung dess oder die Ursache der schrägen Richtung des Stroms bese Dieses geschieht durch die obern Buhnen des ganzen Sy und indem diese die Fortsetzung der regelmässigen Uferlin zeichnen, so dienen sie vorzugsweise zur Regulirung der S strecke, wenn sie freilich auch die folgenden Werke zur lichen Beseitigung der Unordnung keineswegs entbehrlich er nen lassen. Wenn man daher mit der obern Buhne den A macht, so bringt man schon nach und nach den Strom beabsichtigte Richtung, wenigstens verhindert man es, d während des Baues, oder in der Zwischenzeit, wo der Bau leicht unterbrochen wird, grössere Unordnungen erzeugen als bisher bestanden, denn keine einzige Buhne tritt wei

ne dass der Strom schon durch die vorhergehenden gehörig
gelenkt wäre. Ganz anders verhält es sich dagegen, wenn
an mit den untern zu bauen anfängt: in diesem Falle stellt
ch jede einzelne Buhne, bevor sie von oben her unterstützt wird,
s eine isolirte Anlage dar, welche, wie schon erwähnt worden,
mer grosse Unordnungen des Stromlaufes und des Bettes ver-
lasst. Sollte aber schon vor Beendigung des ganzen Systems
n Buhnen ein hoher Wasserstand eintreten, wie dieses oft nicht
vermeiden ist, besonders wenn der Bau wegen seiner Aus-
nung nicht in einem Jahr vollendet werden kann, so ist der
olg der eintretenden Verlandungen und sonach der günstige
fluss des fertigen Theiles, auf den Bau des noch fehlenden
selbst auf die ganze Stromcorrection viel grösser, wenn man
oben her angefangen hat. Es darf daher als eine allgemein
tende Regel angesehn werden, dass man bei Ausführung eines
ssen Systems von Buhnen, den Bau mit den obern Werken
ginnen, und nach und nach stromabwärts gehn muss.

Eine andere Regel, die ihre Begründung in dem Obigen
let, ist aber diese, dass der Bau jeder Buhne ohne Unter-
echung und möglichst schnell in der ganzen Länge ausgeführt
rden muss. Unterbricht man den Bau in der Absicht, ihn
ter wieder aufzunehmen, so erfolgt die Vertiefung vor dem
esmaligen Kopfe des Werkes und diese ist Veranlassung, dass
n bei der Fortsetzung nicht nur weit mehr Material und ver-
tnissmässig auch mehr Arbeitskräfte wegen der grösseren Tiefe
braucht, sondern ausserdem verursacht der regelmässige Strom,
sich hier ausgebildet hat, bei der Fortsetzung des Baues auch
e weit schwierigere Arbeit. Es giebt freilich manche Methoden,
durch man einer schleunigen Vergrösserung der Tiefe vor-
ugen kann, aber immer sollte man wohl dafür sorgen, das
mmtliche Material, welches man wahrscheinlich nöthig hat, schon
r dem Beginne jedes einzelnen Werkes beizuschaffen. Hier-
ch lässt es sich auch nicht rechtfertigen, wenn man vorläufig
n Werken eine geringere Länge giebt, als sie eigentlich haben
llten, und man sie erst später ergänzt, sobald sich das Bedürf-
ss dazu herausstellt. Es ist freilich sehr schwer, schon vorher
nau zu bestimmen, wie weit die Einschränkung des Bettes an
der Stelle getrieben werden muss, um die beabsichtigten Erfolge

herbeizuführen, und es ist natürlich, dass man in der Unge heit hierüber lieber zu wenig, als zu viel thut. Nichts weniger sollte man die Erfahrungen, die an demselben S bereits früher gesammelt sind, immer sehr sorgfältig benutze die zweckmässigste Entfernung der beiderseitigen Uferlinien vorher möglichst genau bezeichnen zu können.

Bisher ist nur von der Wirksamkeit der Einbaue bei n gem oder mittlerem Wasserstande die Rede gewesen, das während der Zeit, in welcher sie nicht überströmt werden. Erfolge beschränken sich unter diesen Verhältnissen vorzugs auf die Umgestaltung und namentlich auf die stellenweise tiefung des Bettes. Doch auch diese bleibt bei kleinem W meist ziemlich unbedeutend, insofern die Buhnen nur an denje Stellen, wo sie gerade liegen, die Vertiefung hervorbringen, in den Zwischenräumen zwischen ihren Köpfen der Strom oder weniger noch die alten Rinnen verfolgt. Eine Ausbil der Ufer tritt aber erst ein, wenn das Wasser über die B nen fortgeht, und eine starke Strömung sich in dem sie umschlossenen Raume bildet. Die Bedingungen, von we die Erhöhung des Bettes an diesen Stellen abhängig ist, schon oben erwähnt worden. Das schwere Geschiebe, ches auf dem Grunde fortrollt, muss, ohne dass es eine Dossirung heranzusteigen oder seine Richtung stark zu verä braucht, in die Zwischenräume zwischen den Buhnen getr werden. Es bleibt daselbst liegen, wenn einige Beruhigun Wassers eintritt, und namentlich wenn die starke Strömun mittelbar über der Sohle gehemmt wird. Die feineren S welche im Wasser schweben, treiben dagegen über die Ei fort, und sinken nur in so weit zu Boden, als die eintre Beruhigung dieses gestattet. Man darf nicht erwarten, dass Abschneiden eines grossen Theiles des Bettes die schwe Stoffe sich über die ganze Fläche und bis gegen das früher verbreiten, dieselben werden vielmehr jedenfalls in der Näh Linie, welche die Köpfe der Einbaue verbindet, liegen bl Man bemerkt hier in der That fast immer die stärkste Ablag des schwereren Materials: und besonders reichlich pflegt di erfolgen, wenn die Buhnen stromaufwärts gekehrt sind, od schwerere Material bei Verfolgung der Richtung seiner fr

wegung, zwischen sie hineingetrieben wird. Hierin liegt der
und, wesshalb die stromaufwärtsgekehrte Richtung der Einbaue
sentlich zur Beförderung der Uferbildung beiträgt.

Die **feineren Stoffe**, welche vom Strome in den durch
Buhnen abgeschlossenen Theil des Bettes hineingeführt wer-
n, können leicht daselbst gar nicht ausgeschieden werden, son-
n ihren Weg weiter fortsetzen, und sonach zur Uferbildung
chts beitragen. Diese Stoffe sind es, welche den hintern Theil
Raumes zunächst des alten Ufers anfüllen müssen, weil die
öberen Massen nicht mehr dahin gelangen. Es wird daher
thig, an diesen Stellen die Geschwindigkeit zu mässigen, und
es geschieht, indem man die Buhnen hier erhöht, oder man
vom Strome aus, **nach dem Ufer hin ansteigen** lässt.
n erreicht dadurch den Vortheil, dass die Strömung in der
e des neuen Uferrandes stark genug bleibt, um selbst die
wereren Geschiebe hineinzuführen und gehörig zu vertheilen,
rend der feinere Sand in der schwächeren Strömung neben
alten Ufer niederschlägt. Die Höhenlage der Krone oder des
kens jeder Buhne bedingt aber zugleich die Tiefe, in wel-
r die frische Bewegung des Wassers aufhört, und sonach die
e, bis zu welcher die Niederschläge sich überhaupt ablagern
nen. Manche andere Umstände bleiben dabei freilich von
ssem Einfluss, aber im Allgemeinen hängt die Form des künst-
gebildeten Ufers doch von dem Profil der Buhnen ab. Steigen
se daher nach dem Ufer herauf, so erhält auch das Ufer eine
fte Böschung, und der wesentlichste Nutzen davon beruht
der darin, dass alsdann die Strömung des Hochwassers sich
ht aus dem Bette für das kleine Wasser entfernt, und die Tiefe
in sich besser erhält. Am vollständigsten dürften diese Vor-
ile erreicht werden, wenn man den Buhnen gar keinen scharf
rkirten Kopf gäbe, sondern sie mit sanfter und stätiger Nei-
ng von der Sohle des Bettes aus bis ans Ufer heraufgeführt
rden. Dadurch liesse sich überdies die starke Vertiefung vor
m Kopfe vermeiden, und ebenso müssten die Widerströme und
sonstigen Unregelmässigkeiten beinahe ganz aufhören. End-
h würde dabei das Wasser, sobald es einen niedrigeren Stand
nimmt, auch immer um so stärker zusammengedrängt werden,
durch allein eine grössere Tiefe bei kleinem Wasser gesichert

wird. Eine solche Anordnung stellt sich daher als die wirk
und zugleich als die einfachste dar. Man kann indessen
gewöhnlichen Constructionsart der Buhnen keinen Gebrauch
machen. Nur bei Anwendung des Steinbaues steht ihr ni
Wege. An der Mosel ist diese Methode in der That zu
führung gebracht, indem vor den Köpfen der Buhnen noc
auslaufende Steindämme angeschüttet wurden. Hierdurch
war es möglich, während des sehr niedrigen Wasserstan
Herbst 1842 den Betrieb der Dampfschifffahrt ohne Unterbr
zu unterhalten.

Eine besondere Berücksichtigung in Bezug auf die
samkeit der Buhnen verdient noch derjenige Wasserstan
einen geringen Ueberstnrz des Wassers über die
der Buhnen hervorbringt. Dieser Ueberstnrz wird unte
Umständen eine Vertiefung neben der untern Seite der
veranlassen und hierdurch die regelmässige Ablagerung d
terials einigermaassen verhindern. Der Nachtheil lässt si
meiden, wenn man die Werke an der stromabwärts ge
Seite recht flach dossirt, doch ist dieses Mittel zu kostb
dass es allgemeine Anwendung finden könnte, ausserdem
bei dem gewöhnlichen Packwerks- oder Faschinenbau ni
wendbar. Die oben erwähnte Ansteigung der Krone der
nach dem Ufer hin, ist aber auch in dieser Beziehung seh
sam, indem sie bei jedem verschiedenen Wasserstande im
auf einer bestimmten Stelle diesen stärksten Angriff eintret
und daher nie gleichzeitig auf der ganzen Länge der Bu
Austiefung erfolgt. Der Nachtheil der horizontalen Buh
steht darin, dass die Rinne, während sie sich gleichzeit
bildet, auch einer stärkern Strömung ausgesetzt ist,
sie wieder noch mehr vertieft, oder wenigstens ihre Tiefe
wird. Wenn dagegen immer nur stellenweise die Vertiefu
tritt, und an andern Punkten das Material noch ungehind
derschlagen kann, so wird diese Strömung jedesmal unterb

Am nachtheiligsten wirkt das überstürzende Wasser
es bei Verfolgung seiner Richtung, nämlich normal gegen
Krone, das Ufer dicht unterhalb des Anschlusspunktes
Es ist hiervon schon bei Gelegenheit der Parallelwerke d
gewesen, doch auch bei Buhnen ist dieser Umstand

ersten Wichtigkeit. Es ist klar, dass der Abbruch des Ufers Folge dieses Wasserübersturzes von der Richtung der Buhne en das Ufer abhängt. Ist der stromabwärts liegende Winkel schen dem Ufer und der Buhne sehr spitz, so wird der An- f am stärksten sein: dieses zeigt sich auch jedesmal und häufig stark, dass dadurch tiefe Ufereinrisse veranlasst, und nicht en der Anschluss der Buhne durchbrochen wird. Am wenig- nachtheilig wirkt dagegen das überstürzende Wasser, oder Ufer leidet gar nicht, wenn der erwähnte Winkel stumpf oder Buhne stromaufwärts gekehrt ist. Dieser Umstand begründet wesentlichsten Vorzug der letzten Richtung der Werke.

Die Krone der Buhnen ist vielfältigen Angriffen ausgesetzt, dass sie gemeinhin nach einiger Zeit ihre Regelmässigkeit liert. Man stellt sie freilich, soweit es für nöthig erachtet d, nach jeder Beschädigung möglichst bald wieder her, wenn se Reparaturen aber nicht gar zu kostbar ausfallen sollen, so ss man sie auf die stärkeren Beschädigungen beschränken, es kann nicht fehlen, dass merkliche Senkungen an einzelnen llen noch bleiben, über welche das Wasser mit verstärkter tigkeit überströmt. Besonders lässt sich dieses bei den mit auch bewachsenen Werken nicht vermeiden, aber auch selbst den massiven und abgepflasterten Buhnen, die niemals ein liches Mauerwerk bilden, oder in regelmässigem Verbande unten aufgeführt werden, sondern die im innern Körper jedes- nur aus einer losen Steinschüttung bestehn, ist ein etwas gleichmässiges Setzen sehr leicht möglich. Wenn nun die one der Buhne ganz horizontal angelegt wird, so verstärkt h an einer solchen zufälliger Weise etwas vertieften Stelle der griff des Wassers, so oft dasselbe überhaupt überströmt, und se stärkere Strömung vermehrt aufs Neue den Angriff. Das der Richtung der Buhne auf deren oberer Seite eintretende fälle wirkt daher noch um so nachtheiliger, und verstärkt gerade der Nähe des Ufers oder vor der Wurzel der Buhne den Ueber- rz. Es geschieht auch in der That, dass diese horizontalen hnen leicht durchbrechen, besonders wenn sie sehr lang sind, d folglich ein starkes Gefälle erzeugen. Wenn dagegen die ansteigt, so wird allerdings eine darin vorkommende Sen- ng noch immer nachtheilig bleiben, und eine verstärkte Strö-

mung zur Folge haben, nichts desto weniger kann eine nie in gleichem Maasse, wie bei den horizontalen Kronen lich werden, indem die Hauptströmung immer in die Nä Kopfes hingewiesen wird, wo die Tiefe des überstürzenden W am grössten ist, wo aber wegen der geringeren Niveaudi zwischen Ober- und Unterwasser, die nachtheilige Wirku schon sehr mässigt. Das Ansteigen der Krone ist sona in dieser Beziehung sehr wichtig, und meines Erachtens es jedesmal soweit eingeführt werden, dass die Krone unt Umständen dem davorstehenden Oberwasserspiegel wenigst rallel bliebe und niemals in der Nähe der Wurzel stärke strömt würde, als auf ihrem Kopfe. Die Neigung, wel der Krone geben kann, ist indessen nicht nur durch di structionsart der Werke, sondern auch durch die Höhe d bedingt. Es muss nämlich als eine ganz feste Regel a werden, von welcher keine Ausnahme gestattet ist, dass di immer etwas niedriger als das dahinterliegende Ufer muss. Wenn man hiervon eine Abweichung sich erla bildet sich gleich eine verstärkte Strömung hinter der Buh insofern das Ufer weniger fest, als die Buhne ist, so leicht Ausrisse und bald geht ein Stromarm um die Buhn und vereitelt vollständig ihren Zweck. In einer Strom welche ich häufig bei anderer Gelegenheit sehe, habe ich holentlich bemerkt, wie Buhnen und andere ähnliche Anlag Rücksicht auf die Uferhöhe recht hoch herauf gebaut werd alsdann statt das Ufer zu schützen, im Gegentheil dessen befördern, und nach einem oder zwei Jahren zum grosse theil der Schifffahrt mitten im Fahrwasser liegen, bis si den Eisgang zerstört werden und verschwinden.

Nachdem ich im Vorstehenden die Wirksamkeit der im Allgemeinen beschrieben und die wesentlichen Vorth zeichnet habe, die man durch dieselben erreichen kann, neuster Zeit auch wirklich erreicht hat, muss ich des Misstrauens erwähnen, welches man in Frankreic diese Art von Anlagen hegt*). Es kommt darauf an, z

*) Die sämmtlichen in den *Annales des ponts et chau* findlichen Aufsätze über diesen Gegenstand, sprechen ein solc trauen gegen Buhnenanlagen aus.

…, durch welche Erfahrungen die Französischen Ingenieure …ser abweichenden Ansicht veranlasst worden sind.

Zunächst müssen in dieser Beziehung die am Rhein dicht …alb Strassburg, gegen das Jahr 1825, ausgeführten Anlagen …nt werden, welche Defontaine sehr ausführlich beschrieben … Die Schwierigkeiten, denen man hier begegnete, waren …ss, wie sie kaum irgendwo sich wieder gezeigt haben mögen, …enn es dabei auch glückte, einzelne Nebenarme abzuschliessen …durch den Strom etwas mehr zusammen zu halten, so blieb … sehr kostbaren Anlagen unerachtet, dennoch die Strom…rung höchst mangelhaft. Im Jahr 1840 floss hier der Rhein …in fortwährender Zerspaltung in Nebenarme, zwischen den …ngedeckten Kiesfeldern hindurch, die unaufhörlich abbrachen …sich ausdehnten, und eine fortwährende, und zwar eine sehr …lle Umgestaltung des Bettes veranlassten. Der Strom bot …Anblick der grössten Verwilderung dar, und man sah mit …hme der wenigen Stellen, wo höhere Ufer, die man dem …n Abbruch entziehn wollte, durch Senkfaschinen im Fusse …kt wurden, keine Spur von einer Stromregulirung. Die …örungen, welche die grössern Werke erfahren hatten, und …euen Unordnungen, die dadurch wieder veranlasst waren, … nach der Beschreibung, die Defontaine davon macht, so …erlich, dass man sich nicht wundern darf, wenn man von … Art zu bauen abging, und in neuerer Zeit, wie schon er…t, sich nur auf die Deckung einiger Ufer beschränkte. Die …n Verhältnisse sind hier allerdings höchst schwierig: der … hat längs der französischen Grenze das übermässige Ge… von 1 : 1531 und dabei wird er nirgend von festen Ufern …schlossen, sondern sein Bette ist überall in dem abgelagerten … eingeschnitten, der in fortwährender Bewegung bleibt, so …lie harte Strömung ihn trifft. Nichts desto weniger hat die …dnung der Werke selbst ohne Zweifel auch viel zu den nach…gen Erfolgen beigetragen. Die Grundsätze, worauf sich ein …greicher Strombau basirt, beziehn sich sämmtlich darauf, dass … nicht gewaltsam neue Verhältnisse herbeiführen darf, sondern …hnlicher Weise, wie die natürlichen Veränderungen vor sich

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1833. II. pag. 1 ff.

gehn, muss der Strom auch durch künstliche Anlagen ein Einwirkung erfahren, und dadurch veranlasst werden, s und sein Bette in der Art umzubilden, wie man sie beide wünscht. Auf der Badenschen und Baierschen Grenze, wo das Gefälle viel mässiger ist, verfuhr man in diesem Sin eröffnete bei den beabsichtigten Geradeleitungen die neu in sehr mässigen Dimensionen; der Hauptstrom zog nach und nach in dieselben hinein, und es verflosse mehrere Jahre, bis der neue Arm zum eigentlichen Bett bildet war. Während dieser Zeit blieben die alten A ständig geöffnet, und der Strom selbst fing sie an zu s und mit abgelagertem Material anzufüllen, sobald er sich weise in die neuen Arme warf. Diese Anlagen sind ständig gelungen zu betrachten, wenn gleich die Verlan Serpentinen wahrscheinlich sehr langsam fortschreiten w dem Französischen Gebiete wählte man dagegen ein schiedenes und sogar gerade entgegengesetztes Verfah jenigen Arme, aus welchen man den Strom zurückweis wurden ohne Weiteres mit einem Male gesperrt, und dem Strome überlassen, sich einen andern Ausweg z Hierin lag gewiss die Hauptveranlassung des Angriffs Werke selbst, sowie auch die durch sie gesperrten Arme Ein zweiter Umstand, der gleichfalls sehr nachtheili musste, war die grosse Höhe, in der man die Werk ihre Krone lag zum Theil (z. B. in dem Werke, welc den Lämmerich Giessen sperren sollte) 15 Fuss über d gen Wasser, und die Aeusserung von Defontaine in B geringen Dauer des Strauches, zeigt deutlich, dass er sic wegs auf die Höhe des niedrigen Wasserstandes, o darüber beschränkt hatte. Die grössern Werke, die hi führt sind, und welche sich so wenig bewährten, waren Coupirungen, wodurch Nebenarme gesperrt werden so bildeten jedoch für das Hochwasser förmliche Einbaue in einer Länge von 100 bis 400 Ruthen in das Fluth ein, während sie bei der Entfernung von etwa einer hal von einander sich unmöglich gegenseitig unterstützen Ueber die kürzeren Einbaue erfährt man wenig, doch er gleichfalls eine sehr unzweckmässige Höhe.

päter wurden in Frankreich, um die verschiedenen Ansichten genieure über die Wirkungen der Einbaue mit der Erfah- zu vergleichen, auf der Loire, und zwar in einer sehr gera- tromstrecke, noch besondere Versuche angestellt: doch auch ielen wieder höchst ungünstig aus *). Das Bette der Loire inen Spaltungen, Inseln und Sandfeldern, hatte an der zum he gewählten Stelle eine Breite von 63 bis 100 Ruthen: rbaute vom rechten Ufer aus, im Abstande von 290 bis uthen, drei Werke senkrecht gegen die allgemeine Richtung romes, von denen jedes ungefähr 66 Ruthen lang war, und em gegenüberliegenden Ufer bis auf etwa 30 Ruthen näherte. ronen waren, wie es scheint, horizontal und lagen $1\frac{2}{3}$ Fuss lem Sommerwasser. Zwischen den beiden untern Buhnen in den nächsten 3 Jahren ein gerades Bette neben dem Ufer sich auszubilden: zwischen die beiden obern warf sich n sehr schnell der Strom stärker hinein, als es früher ge- war. Nach sieben Jahren war die Strecke viel mehr ver- t, als vor dem Bau. Die Buhnen hatten nur neben sich, amentlich an ihrer untern Seite einige Verlandung erzeugt, ugenscheinlich waren sie Veranlassung gewesen, dass der sich zwischen je zwei stark hineingedrängt hatte und sonach nem Ufer zum andern in scharfen Krümmungen serpentinirte. iefe war dabei auch nichts gewonnen. Minard meint, die n wären noch nicht lang genug gewesen, ausserdem bemerkt er, dass sie zu weit auseinander lagen. Das letzte ist ohne el richtig, aber hiervon abgesehn kann man von solchen , welche nur den Strom beschränken, ohne ihn regelmässig iten, auch keinen günstigen Erfolg erwarten, und vollends Ausbildung der Ufer war dabei ganz unmöglich. Die un- igen Resultate kann man sonach nicht der Anwendung der ue im Allgemeinen zur Last legen, vielmehr rühren sie nur ler unzweckmässigen Anordnung derselben her. Diese Re- e bestätigen übrigens wieder, was oben von der schädlichen ung der weit vortretenden isolirten Einbaue gesagt ist, denn olche muss man diese drei Werke ansehn.

---

*) *Minard Cours de Construction.* Paris 1841. pag. 77 ff.

Wie weit die Einbaue vortreten und in welche Entf
sie von einander gelegt werden müssen, hängt von der Besc
heit der zu corrigirenden Stromstrecke ab: die betreffenden
sollen später, wenn von der Anordnung der Strombauten di
ist, mitgetheilt werden (§. 73). Hier ist aber noch die
tung der Einbaue gegen die des Stroms näher zu unter

Die Einbaue oder Buhnen sind entweder stromabwä
neigt, oder declinant. In dieser Art wurden sie früh
ausschliesslich angelegt, und man hatte dabei die Absicht
sie förmlich als Richtwerke den Strom leiten sollten, was
That auch geschah, wenn sie weit genug herabgezogen
Die senkrechten Buhnen treten normal gegen die Richt
Stromes in das Bette hinein, und wenn sie endlich stroma
gekehrt sind, so heissen sie inclinante Buhnen.

Welche Richtung unter diesen die vortheilhafteste
keineswegs allgemein anerkannt, obwohl die schon oben
führten Erfahrungen darüber sehr sicher entschieden haben.
Bélidor sagt*), dass diejenigen Einbaue, welche stroma
gekehrt sind (also die inclinanten), zwischen sich die
Verlandung erzeugen. Diese Ansicht hat sich in neuerer
Deutschland ziemlich allgemein geltend gemacht, nur W
hat sich in dem bereits angeführten Aufsatze noch im Jah
für die declinanten Werke ausgesprochen. In Holland
man die Methode, dass bei einem ganzen Systeme von Ei
der oberste stark declinant und alle übrigen senkrecht g
werden: die Wirkungen dieser Werke sind wohl nicht
Art, dass sie sich als Muster empfehlen, sie sind auch fortw
den starken Beschädigungen ausgesetzt, und lassen nich
eine regelmässige Ablagerung des Materials oder die
gehöriger Ufer bemerken. An der Tyne oberhalb Newcas
ich lange Reihen von Buhnen, die inclinant und ganz in de
Weise, wie man sie bei uns anordnen würde, erbaut war
muss indessen bemerken, dass ich sie nur im Vorbeifah
der Eisenbahn nach Carlisle gesehn und nicht näher
sucht habe.

---

*) *Architecture hydraulique. Tome IV. §. 1012.*

Um die Wirkungen der verschiedenen Buhnen zu prüfen, chte ich in einem kleinen künstlichen Canale die Ablagerung as Abtreiben des Sandes zu beobachten: Fig. 86, Taf. XXXIII. die Resultate dieses Versuches dar. Die punktirten Stellen ten dabei die Ablagerung des Sandes und die schraffirten Ausspühlung desselben. Es traten indessen während der iche manche Anomalien ein, woher die Wirkung sich nicht eichmässig und sicher zeigte, wie die Zeichnung es angiebt. g wurde, ohne dass ich den Grund davon bemerken konnte, Sand plötzlich von einer Stelle fortgeführt, oder auf einer rn aufgehäuft, und so änderte sich fortwährend die Ablagerung Sandmassen. Die Strömung war durchaus gleichmässig, in- der Zufluss des Wassers durch einen schwimmenden Heber gte. Der feine Sand floss indessen nicht gleichmässig zu, lern wurde in grössern Massen eingeworfen, und lagerte sich sehr hoch im Bette des Canales ab. Indem er langsam weiter iehen wurde, gab er wahrscheinlich die Veranlassung zu den retenden Veränderungen. Die Einbaue bestanden aus metalle- dreiseitigen Pyramiden, die auf einer der drei Seiten ruhten, daher solche Werke vorstellten, deren Krone von der Wurzel dem Kopfe stark abfällt und im Flussbette ausläuft. Zwi- n den senkrechten Buhnen, die mit *A* bezeichnet sind, rte sich der Sand merklich ab, doch erlaubte die wirbelnde egung nicht, dass er sich an eines der Werke anschliessen nte, und ebenso wenig geschah dieses unmittelbar neben dem t. Die Strömung vor den Köpfen blieb ziemlich mässig, so hier nicht selten der Boden des Canales bedeckt wurde. nn die Einbaue stromabwärts oder declinant gestellt wurden in *B*, so war die Ablagerung des Sandes schwächer und der griff vor dem Kopfe stärker, und noch schwächer gaben beide rkungen sich bei einer inclinanten Stellung zu erkennen, in *C*, wobei die Strömung vor dem Kopfe auch augenschein- weit stärker gegen den Hauptstrom gekehrt war, als in den den ersten Fällen.

Die Bedingungen, von welchen die Bewegung oder die Ruhe einzelnen Sandkörnchens und sonach die Ausspühlung oder häufung grosser Sandmassen abhängt, sind ohne Zweifel in em kleinen Canale dieselben, welche in grossen Strombetten die

Veränderungen herbeiführen. Es steht sonach zu erwarten zur Aufklärung dieser höchst wichtigen, aber noch sehr d Erscheinungen, solche Experimente im Kleinen, wobei all stände sich viel leichter verfolgen lassen, wesentlich bei können. Eine ganz unbegründete Folgerung wäre es aber, man ohne weitere Untersuchung annehmen wollte, dass d lagerung des Sandes in gleicher Art im Modelle, wie im g Strome vor sich gehn sollte, da offenbar der veränderte M stab auf die innern Bewegungen den wesentlichsten Einfluss übt. Ich habe die Resultate der im Kleinen angestellten Be tungen nur desshalb angeführt, weil sie sich an die im G gemachten Erfahrungen ungefähr anschliessen: und bemerke dass wenn ich in dem kleinen Canale durch eingelegte Dräht fache Unebenheiten auf dem Boden darstellte, der darüber zi Sand aufgehalten wurde, und sich in diesen Furchen der w Einwirkung des Stromes entzog. Eine Ausnahme hiervon sich nur, wenn gerade, wie etwa vor den Köpfen der Ei sehr heftige innere Bewegungen stattfanden, wodurch der Gelegenheit erhielt, mit grosser Kraft in die kleinen Zwi räume einzudringen.

An grossen Strömen ist es gleichfalls nicht leicht, die samkeit dieser verschiedenen Arten von Buhnen zu beob weil sie nicht unter denselben Verhältnissen vorkommen, s man die abweichenden Erfolge als unmittelbare Resultate verschiedenen Richtung ansehn dürfte. Man hat, soviel m kannt ist, niemals den Versuch gemacht, unter ganz gleiche ständen die drei Arten von Buhnen an demselben Flusse zeitig zu erbauen, um unmittelbar aus der Erfahrung ihre Vo und Nachtheile und vielleicht auch die Grösse des Winkels k zu lernen, unter welchem sie gegen den Strom geneigt sei sen, wenn sie die günstigsten Resultate herbeiführen solle lässt sich sonach der Unterschied ihrer Wirksamkeit nur i gemeinen bezeichnen.

Die stromabwärts geneigten oder declinanten welche, wie bereits erwähnt worden, den Uebergang z Parallelwerken bilden, leiten, besonders wenn sie sehr s vom Ufer abgehen, die Strömung bei kleinem Wasser am mässigsten. Aus dem stumpfen Winkel, oberhalb der Buhne,

Wasser ohne starke Veränderung seiner Richtung ab, und sobald es den Kopf des Werkes passirt hat, nimmt es eine räge Richtung gegen das abgeschlossene Bassin unterhalb der ne an. Der letzte Umstand ist indessen, insofern sich an er Stelle keine starke Verlandung bildet, für die Schifffahrt t nachtheilig. Dagegen entsteht zur Seite dieser Buhnen, bellers wenn sie recht lang sind, eine etwas vertiefte Rinne, die leicht schon zum Durchgange der Schiffe benutzt werden kann. er kommt es, dass die Schiffer, indem sie nur die augenblichen Erfolge berücksichtigen, gemeinhin sich für die declien Werke aussprechen und dieselben allen übrigen vorziehn. sehr grosse Uebelstand, der sich bei ihnen jedesmal einstellt, ht sich auf die unregelmässige und sehr langsam vorschreitende ildung der Ufer, welche überdiess, wenn sie überhaupt erfolsoll, noch die Ausführung vielfacher Nebenwerke erfordert. den declinanten Buhnen, besonders wenn sie mit dem Ufer sehr stumpfen Winkel bilden, ist die Ablagerung des Mas nur unbedeutend, indem dasselbe durch die erwähnte Strö wieder fortgezogen wird. An der untern Seite dagegen a sich regelmässig sehr heftige Widerströme aus, die sich um Ufer erstrecken, und daher den Anschluss der Verlandung asselbe ebensowohl, wie an das vorhergehende und folgende verhindern. Dazu kommt noch, dass die Oeffnung zwischen Werken der Bewegung des herabtreibenden Materials abgeist, und dieses daher nicht so leicht hineindringen kann. grösste Uebelstand besteht aber darin, dass bei Wasseren, welche die Krone in der Nähe des Anschlusses etwas luthen, das darüber fallende Wasser sich normal gegen die ung des Werkes bewegt und gerade auf das Ufer trifft und s sehr stark angreift. Die letzte Erscheinung stellt sich bei declinanten Werken sehr augenfällig ein, und sie ist es gsweise, welche deren Anwendung in neuster Zeit sehr beänkt hat. Man hat vielfach den Versuch gemacht, diesem angriff dadurch vorzubeugen, dass man die Buhnen noch mit n Anschlusswerke versieht, das von ihrem Kopfe aus als nante Buhne nach dem Ufer geführt wurde. Es bildet sich rch ein ringsum abgeschlossenes Bassin in der Gestalt eines ngels, das allerdings den Angriff gegen das Ufer und zugleich

den Widerstrom mässigt, worin sich auch das Wasse beruhigen kann, dass die schwebenden Stoffe niedersc dieses Bassin ist aber dem Zutritt der gröberen Stoffe g zogen, woher die Verlandung darin nur langsam vor si Ausserdem ist ein solches Werk viel kostbarer, als die Buhnenanlage. Wiebeking hat mehrfach diese Triangel Endlich muss noch erwähnt werden, dass für die Ausführ stromabwärts geneigten Buhnen, wie es scheint, gerade die Schwierigkeit darbieten, indem vor dem jedesmaligen Kopfe der Strom sich sehr stark in das gesenkte Wasser unterh Baues hineinwirft. Hierdurch werden die ausgeworfenen nen immer heftig gedreht, und dieser Umstand verbietet den einzelnen Lagen weit vorzugehn, wenn die Strömun etwa an sich nur sehr schwach ist.

Sind die Buhnen stromaufwärts oder inclinant ge so zeigen sie sich in Betreff der Bildung der Ufer viel samer, als die declinanten. Zwischen ihnen kommt das vollständiger zur Ruhe, und zwar ebensowohl oberhalb als halb, ausserdem wird in viel grösserer Menge das schwe terial in die Zwischenräume zwischen den Werken hineinge und was der wichtigste Umstand ist, das überstürzende trifft nicht mehr das Ufer und verursacht daher auch kein bruch desselben. Auf diese Weise zeigen die inclinanten wie dieses schon von Bélidor bemerkt ist, die stärkste landungen. Ein anderer Vortheil bezieht sich auf die g Leichtigkeit ihres Baues: die Faschinenlagen, welche ma bringt, stützen sich nämlich viel sicherer gegen den bereit gen Theil des Baues, an den sie durch den Druck des W hingedrängt werden. Dagegen sind sie, wie dieses wohl Abrede gestellt werden kann, für die Schifffahrt am meist denklich, woher die Schiffer, besonders wenn sie die Wirkungen dieser Werke aus der Erfahrung noch nicht fast jedesmal über sie Beschwerde führen. Die Besorgniss sich darauf, dass die Schiffe auf die stromaufwärts geri Köpfe aufgetrieben werden möchten, und ohne Zweifel es einige Aufmerksamkeit, um dieses zu vermeiden. Wen ein sandiges concaves Ufer in Abbruch steht, und die Krü nicht gar zu unregelmässig ist, so kann man bei der Th

ie Schiffe ganz frei, und ohne dass sie vom Ufer abgehalten erden dürften, davor herabtreiben lassen: es ist sogar für die chiffe ohne Nachtheil, wenn sie auch das Ufer berühren und aran vorbeistreichen und zugleich dessen Abbruch noch mehr fördern. Wenn dagegen eine Verbauung dieses Ufers, und ar durch inclinante Buhnen stattgefunden hat, so ist dieses rglose Vorbeitreiben nicht mehr möglich, der Schiffer muss vielhr das Schiff vorsichtig steuern, und zuweilen wird es sogar hig, dass man das Schiff durch Aussetzen von Scheerbäumen, rch Rudern, oder auf andere Weise von den Buhnenköpfen halten muss: eine solche Unbequemlichkeit pflegt schon zu n heftigsten Klagen Veranlassung zu geben. Gerade die inclinten Buhnen verlanden aber am stärksten, und wenn sie sonst hörig angeordnet waren, so pflegen sie auch am schnellsten nstigere Verhältnisse herbeizuführen, wo jede Ursache zu einer age aufhört. In manchen Fällen, und namentlich wenn das hrwasser sehr stark gekrümmt, und die Strömung sehr heftig , muss man indessen von den inclinanten Buhnen und sogar n dem Buhnenbau überhaupt abstrahiren, weil dadurch die hifffahrt nicht nur unbequem, sondern vielleicht einer wirklichen efahr blossgestellt werden könnte: alsdann muss man entweder ne zusammenhängende Uferdeckung vornehmen oder ein Parallelrk erbauen.

Die Wirkungen der senkrechten Buhnen fallen zwischen e der declinanten und inclinanten: die Vertiefungen vor ihren öpfen scheinen im Allgemeinen und unter übrigens gleichen nständen am unbedeutendsten zu bleiben. Sie gewähren in Beg auf die Kosten der Anlage den Vortheil, dass sie für eine egebene Entfernung des Kopfes vom Ufer die geringste Länge fordern: dieser Vortheil wird indessen häufig durch andere ebelstände und vielleicht selbst durch die grössere Schwierigkeit es Baues aufgehoben.

Wenn es sich aus dem Angeführten ergiebt, dass die inclianten oder die stromaufwärts gerichteten Buhnen für die eigentiche Stromregulirung die günstigsten Wirkungen herbeiführen, so ntsteht noch die Frage, unter welchem Winkel sie gegen s Ufer geneigt werden sollen. Im Allgemeinen ist die Berückhtigung ihrer Länge so wichtig, dass man schon aus diesem

Grunde sich nie weit von der senkrechten Richtung entfer
wird. Dazu kommt, dass der Angriff, den das überstürz
Wasser gegen das Ufer ausübt, schon aufhört, sobald nur
nach unten gekehrte Winkel etwas grösser, als ein rechter
Endlich wird der vortretende Kopf für die Schifffahrt immer
so gefährlicher, je mehr die Buhne von der senkrechten Rich
abweicht. Wenn also nicht vielleicht besondere locale Ver
nisse vorkommen, oder die baldige Ausbildung der Ufer von
wiegender Wichtigkeit ist, so pflegt man den Neigungsw
gegen das Ufer nicht leicht unter 60 Graden anzunehmen,
ihn nach Umständen bis zu 75 Graden anwachsen zu lassen,
ihn noch mehr dem Rechten zu nähern. Die Neigung von 72
ist vielleicht die gewöhnlichste. Es ergiebt sich aber aus A
was über den Einfluss der Neigung gesagt ist, dass der Ge
stand bis jetzt wenig aufgeklärt und daher gar keine Veranlas
vorhanden ist, sich in aller Schärfe an gewisse Winkel zu bi
Es verdient indessen doch bemerkt zu werden, dass ma
scharfen Krümmungen und zwar von den concaven Ufern,
Werke steiler, oder dem rechten Winkel näher anzuordnen p
als in den mehr geraden Stromstrecken, und zwar geschieht d
theils in Bezug auf die Sicherheit der Schifffahrt und theils
insofern das schwerere Material beim Durchgange durch die S
krümmung schon die Tendenz hat, sich dem concaven Uf
nähern. Vor den convexen Ufern, wo die Neigung zum Verl
immer sehr gross ist, kann man ohne Nachtheil die Werke
ganz senkrecht anlegen, wodurch sie bei gleicher Läng
Meiste effectuiren.

§. 72.
Seitenzuflüsse und Stromspaltungen.

Die Verbindung zweier Ströme oder Stromarme und eb
auch die Spaltung derselben, ist in verschiedner Beziehung
wichtig, und hat schon seit früherer Zeit die Aufmerksamke
Italiänischen Gelehrten auf sich gezogen, so wie auch später
selbe Gegenstand in Holland zu manchen Untersuchungen
einigen Bauausführungen Veranlassung gab.

Wenn zwei Ströme zusammenfliessen und sich zu einem
binden, oder wenn ein Strom sich in zwei Arme spaltet, so be

n ganz allgemein, dass die **Breite des vereinigten Stro-**s zwar grösser, als die jedes einzelnen, aber lange nicht so ss, als die Summe von beiden ist. Die Erklärung dieser Er-einung ergiebt sich sehr leicht aus den Gesetzen über die ichförmige Bewegung des Wassers in offnen Betten (§. 65). r Ausdruck

$$M = k\,b\,t\,\sqrt{\left(\frac{h\,t}{l}\right)}$$

gt, dass unter Voraussetzung eines gleichen Gefälles die Breite r b allerdings der Wassermenge M proportional sein würde, nn die mittlere Tiefe oder t in beiden Fällen dieselbe bliebe. ses findet indessen nicht statt, und es lässt sich in der That h kein Grund dafür angeben, wesshalb dieses sein sollte. Viel türlicher ist die Annahme, dass das Wasser ein Bestreben hat, Allgemeinen gewisse flache Dossirungen zur Seite des Bettes rzustellen, und hieraus ergiebt es sich, dass die Tiefe ungefähr gleichem Verhältnisse, wie die Breite zunimmt, oder dass die ofile einander ähnlich sind. Daraus folgt wieder, dass der netzte Umfang der Profile oder p der ersten Potenz der Breite d der Flächeninhalt oder q dem Quadrate der Breite proportional in wird. Aendert man hiernach den Ausdruck

$$M = k\,q\,\sqrt{\left(\frac{h\,q}{l\,p}\right)}$$

, und führt man das relative Gefälle oder α ein, so ergiebt sich

$$M^2 = k'\,\alpha\,b^5$$

$$\text{oder} \quad b = \sqrt[5]{\left(\frac{M^2}{k'\,\alpha}\right)}$$

o k' eine Constante bedeutet. Wenn das relative Gefälle in dem ereinigten Strome, sowie auch in beiden Armen dasselbe ist, so erwandelt sich der Ausdruck, indem α gleichfalls constant wird in

$$b = k''\,M^{\frac{2}{5}}$$

Gesetzt, dass die beiden einzelnen Arme gleiche Wasser-engen M abführen, woraus sich nach den gemachten Voraus-etzungen auch eine gleiche Breite b für beide ergiebt, so fände an nach ihrer Vereinigung die Breite des Stromes oder b' durch n Ausdruck

$$b' = k'' \, (2\,M)^{\frac{2}{5}}$$
$$= 2^{\frac{2}{5}} \, . \, b$$
$$= 1{,}3195 \, . \, b$$

das heisst, die Breite des vereinigten Stroms ist nur etwa um den dritten Theil grösser als die der beiden einzelnen es war. Wenn sich aber umgekehrt der vereinigte Strom in zwei gleiche Arme spaltet, so ist die Breite jedes einzelnen oder b

$$b = (0{,}5)^{\frac{2}{5}} \, . \, b'$$
$$= 0{,}7579 \, . \, b'$$

also ungefähr drei Viertheile der Breite des ungespaltenen Stromes. Man sieht hieraus, welcher grosse Vortheil in Bezug auf die Ausdehnung der nutzbaren Bodenfläche durch die Vereinigung der verschiedenen Arme herbeigeführt wird: der wichtigere Nutzen dieser Vereinigung liegt aber darin, dass das gemeinschaftliche Bette eine grössere Tiefe erhält, und dadurch die Zwecke der Stromregulirung viel vollständiger erfüllt: es verkürzt sich auch die Ausdehnung der Ufer, und dadurch wird deren Erhaltung erleichtert, sowie endlich beim Eisgange die Spaltungen des Stromes in verschiedene Arme immer besonders nachtheilig zu sein pflegen.

Dass sich dergleichen Spaltungen von selbst bilden können, leidet keinen Zweifel: in den Betten aller Ströme, die sich selbst überlassen sind, pflegen vielfache Inseln vorzukommen, und es ist oben (§. 55) auch von grösseren Spaltungen die Rede gewesen, wodurch nicht nur Inseln in den eigentlichen Stromthälern entstehen, sondern es sogar geschieht, dass die Arme gar nicht mehr mit einander in Verbindung treten, und verschiedenen Stromgebieten zufliessen. Ohnfern der Mündung in das Meer sind dergleichen Spaltungen sehr gewöhnlich. Die drei Hauptströme, welche an der Preussischen Küste münden, zeigen diese Erscheinung: der Memel-Strom oder Niemen fliesst durch zwei Arme, den Russ und die Gilge in das Curische Haff.

Die Weichsel spaltet sich vor der künstlich herausgezogenen Landzunge, die Montauer Spitze genannt, in die Nogat und Weichsel. Erstere fliesst bei Marienburg vorbei, und ergiesst sich durch eine sehr grosse Anzahl kleiner Arme in das Frische Haff. Sie bildet einen kräftigen grossen Strom, der oft die grössere

älfte der Wassermenge der Weichsel abführt, aber in der Nähe s Haffes schwächen sich die vielen Arme gegenseitig so sehr, ss keiner als schiffbar angesehn werden kann, und daher die hiffe, um aus der Nogat in das Haff zu gelangen, durch den raffohl-Canal, Elbing gegenüber, in den Elbing-Fluss gehn üssen, dessen Mündung weniger den Verlandungen ausgesetzt und ausserdem durch lange Hafendämme offen erhalten wird. r andere Hauptarm, der noch den Namen Weichsel führt, fliesst nördlicher Richtung der Ostsee zu, und nachdem er sich bis e auf eine Meile der Küste genähert hat, spaltet er sich bei he-Bude aufs Neue: der schwächere Arm, die Elbinger Weich- der indess in neuster Zeit sehr stark versandet, fliesst ost- ls in das Frische Haff, in welches er wieder durch viele Arme ritt. Der linkseitige Arm, die Danziger Weichsel, zieht sich ganz westlich längs der Küste fort, bis Danzig und mündet en dem Hafen Neufahrwasser in die Ostsee. Dieser Arm hat vier Jahren in dem grössten Theil seiner Länge zu fliessen gehört. Bei einer starken Eisstopfung im untern Theile seines ufes durchbrach er in der Nacht vom 31. Januar zum 1. Fe- ar 1840 die etwa eine Achtel Meile breite Landzunge neben Dorfe Neufähr und eröffnete sich hierdurch in der Entfernung einer Meile von Danzig plötzlich einen neuen um 1¼ Meilen rzeren Ausweg nach der See. Für die Niederung, die immer r bedroht war, ist dieses Ereigniss, das man schon lange nstlich herbeiführen wollte, gewiss sehr wohlthätig, indem da- rch die Abführung des Wassers wesentlich erleichtert und sogar r nachtheilige Einfluss der Spaltungen vermindert werden wird. e zunehmende Versandung der Elbinger Weichsel, die wahr- heinlich in Kurzem in einen abgeschlossenen Schifffahrtscanal rwandelt werden wird, ist in dieser Beziehung schon als ein hr günstiger Erfolg zu betrachten. Die alte Weichsel vor Danzig rlor sogleich nach dem Durchbruche die Strömung und nahm n Wasserspiegel der Ostsee an. Um sie vor Versandungen cher zu stellen, wurde ihre obere Mündung geschlossen und mit ner Schiffsschleuse versehn. Das Bette des Hauptstromes hat h indessen noch nicht dem neuen Laufe entsprechend ausge- det: die stärkere Strömung giebt sich nach und nach immer ter aufwärts zu erkennen, und es wird vielfach die Hoffnung

gehegt, dass die verminderte Länge der Weichsel Veranl
geben wird, vor der Montauer Spitze den Strom stärker an
und dadurch die Nogat einigermaassen zu entlasten. Letzt
gewiss höchst wünschenswerth, da die unregelmässigen u
Theil überaus engen Profile zwischen den Nogat-Deichen
jedem Jahre zu den gefährlichsten Eisstopfungen Veran
geben, und sich hier gerade besonders häufig Deichbrüche
holen. Diese Hoffnung scheint insofern auch begründet,
Weichsel, deren Länge von der Montauer Spitze bis zur M
früher sehr nahe 10 Meilen betrug, jetzt fast um den
Theil verkürzt ist: sie war früher zwei Meilen länger
Nogat und ist ihr jetzt sehr nahe gleich geworden. Es lä
daher wohl erwarten, dass wenn ihr Bette erst ausgebild
wird, die längst gehegte Absicht ihr vorzugsweise die Flut
ungetheilten Weichsel zuzuweisen, sich weit leichter, als
wird erreichen lassen.

Bei der Oder kommen endlich schon vor der Mün
das Haff manche Spaltungen vor: besonders wichtig sind
zwischen dem Haff und der See, wo drei bedeutende Verbin
die Dievenow, Swiene und Peene existiren.

Ein sehr auffallendes Beispiel von Stromspaltungen z
Rhein in den Niederlanden, und dieses ist um so wi
als sich dabei mit grosser Sicherheit seit nahe 2000 Jah
eingetretenen Hauptveränderungen historisch nachweisen
Ohne auf die Quellen weiter zurückzugehn, führe ich hi
jenige an, was Cornelius Velsen * mittheilt.

Um das verschiedenartige Verhalten des Meeres v
Niederländischen Küste an den Mündungen des Rheins
erklären, muss man auf ein Ereigniss zurückgehn, welches
historischen Zeit eintrat. Es ist zwar nach den darüber
theilten Nachrichten [illegible] zweifelhaft, dagegen stellt
durch seine Wirkungen mit einer grossen Wahrscheinlichk
aus. Der Rhein in Holland ist nämlich grossentheils
schwemmt und seine Durchflussprofile und Höhenlage gesta

* Rivierkundige Verhandeling door Cornelius Velsen. H
[illegible] II. Hoofdstuk van den Staat van de Rivieren. pag. 10

n Zweifel, dass er durch die Niederschläge der hier münden-
Ströme also namentlich des Rheins und der Maas gebildet
en sei. Gegenwärtig findet vor der eigentlichen Küste, also
er äussern Umgrenzung des Landes gegen das Meer kein
res Anwachsen des Bodens statt, sondern derselbe wird viel-
, wo man nicht durch sehr kostbare Anlagen ihn sichert,
r weiter abgebrochen. Wenn aber hin und wieder ein neuer
chs sich auch jetzt noch zeigt, so besteht er nicht aus dem
Marschboden, oder dem Niederschlage aus dem Flusswasser,
ern er bildet sich durch den ganz rein ausgewaschenen
zigen Seesand, den das Meer aus der Tiefe heraufspühlt.
Arten von Ablagerungen kommen auch an den Mündungen
Weichsel vor: die Nogat und ebenso die Elbinger Weichsel,
sich in das Frische Haff ergiessen, dehnen ihre Ufer, aus
chboden bestehend, immer weiter aus, der dritte Arm dagegen,
Danziger Weichsel, der unmittelbar in die See mündet, bildet
Sandablagerungen, die indessen, wie es scheint, nur stellen-
e eintreten und wahrscheinlich wieder fortgespühlt worden
n, wenn man sie nicht künstlich befestigt hätte. Der Unter-
ed begründet sich darin, dass die Bewegung des Wassers in
abgeschlossnen Bucht, oder im Haff weit weniger heftig, als
er offnen See ist, und daher die Stoffe, welche im Flusswasser
immen, sich gleich ausscheiden und niedersinken können,
rend sie andrerseits durch den Wellenschlag schwebend er-
n und nach und nach fortgeführt, und wahrscheinlich in der
e des Meeres, wo die Wellenbewegung aufhört, abgelagert
len. Diese Verschiedenheit, welche an der Mündung der
chsel-Arme sich auch jetzt noch zu erkennen giebt, lässt auf
Verhältnisse schliessen, welche vor der Holländischen Küste
er stattgefunden haben müssen. Die ausgedehnten Flächen
Marschbodens konnten sich nur bilden, so lange die Nordsee
r ein abgeschlossner Busen war, und sie war dieses ehe die
renge zwischen Dover und Calais bestand, oder so lange
land mit Frankreich noch zusammenhing. Die beiderseitigen
ten stehn noch fortwährend im Abbruch, die Oeffnung erwei-
sich also dauernd, und um so kräftiger werden die Wirkun-
der Fluthströmung und des Wellenschlages im südlichen Theile
Nordsee. Man darf also wohl annehmen, dass die Meerenge

einst noch enger war, oder vielleicht gar nicht existirte. E
auch unbegreiflich, wie man in so früher Zeit, wo der D
und die Kunst der Entwässerung erst erfunden werden
die Idee haben konnte, ein so niedriges Land wie Hollan
grossentheils unter der Höhe der Fluthen liegt, zu bew
Dieses wird aber erklärlich, wenn man annimmt, dass die F
zur Zeit der ersten Ansiedelung hier weit niedriger waren
vielleicht gar nicht stattfanden, wie etwa in der Ostsee u
grössten Theile des Mittelländischen Meeres: dass man al
ihrem allmähligen Eintritte durch kleine Vorwallungen sich si
und diese nach und nach so erhöhte, dass sie endlich in
tausenden zu mächtigen Deichen aufgewachsen sind. Die Tr
bestätigt eine solche Vermuthung: eine gewaltige Uebersch
mung, die Cimbrische Fluth, soll die Meerenge bei Calais e
und ganz Holland inundirt haben, so dass man von dieser Z
sich durch Deiche schützen musste. Velsen nimmt an, dass
Ereigniss 100 bis 150 Jahr vor Christi Geburt eingetrete
gewiss ist diese Zeitbestimmung aber durchaus unsicher.

Als die Römer in diese Gegenden kamen, spaltete sich
der Rhein in der Gegend von Lobith in zwei Arme, den
und die Whaal: der erste, welcher damals der Hauptstrom
floss wie jetzt bei Arnheim vorbei bis gegen Wijk by Duur
von hier ab verfolgte er aber die noch bestehenden, abe
ganz abgeschlossenen Canäle, der Krumme Rhein und de
Rhein genannt, welche sich bei Utrecht, Woerden und L
vorbeiziehn. Er mündete bei Katwijk op Zee in die No
Der andere Arm, die Whaal, welche ursprünglich nur ein N
fluss der Maas war und wahrscheinlich mit dem Rhein ni
Verbindung gestanden hatte, verfolgte denselben Lauf, d
noch jetzt hat, bei Nymwegen, Thiel, Gorkum, Dortrecht
und ergoss sich etwa zwei Meilen westwärts von Rotterda
Giervliet in die Maas. Die Maas endlich stand beim Fort S
dries noch nicht mit der Whaal in Verbindung, und flos
Huisden nach Gertruidenburg, durch den Biesbosch und das
trechter Eiland bei Giervliet vorbei, wo sie die Whaal auf
und mündete bei Briel in die Nordsee. Die Yssel, welche i
Nähe von Wesel entspringt, floss in dem Wege, den sie
heute noch verfolgt, bei Anholt, Doesburg, Zütphen, Dev

-ei, nach Kampen in den Zuider-See *). Mit dem Rhein war Yssel aber noch nicht verbunden, und führte keinen Theil Wassers ab.

Die Eindeichung der Fläche zwischen dem Rhein und der al (Insula Batavorum) war das erste Werk, welches die r vornahmen: der Anfang damit wurde unter Drusus 13 Jahre hristus begonnen, und sechzig Jahre darauf beendigt.

Zwölf Jahre vor Christus wurde eine Anlage ausgeführt, die esentlichsten Einfluss auf die Verhältnisse des Rheins aushat. Drusus Germanicus liess nämlich, um eine schiffbare adung des Rheins mit dem Zuider-See darzustellen, einen von dem Rhein, oberhalb Arnheim, nach der bisher ziemlich eutenden Yssel ausführen. Dieser Canal nahm nach und nach eite und Tiefe zu, und entzog dadurch dem untern Rheine grossen Theil seines Wassers. In gleicher Weise geschah s durch einen zweiten künstlichen Canal, den wahrscheinlich lo im Jahr 51 nach Christus eröffnete: dieser letzte Canal nd den Rhein in der Nähe von Wijk by Duurstede mit der al bei Lecksmonde: er hat im Laufe der Zeit den ganzen aufgenommen und später den Namen Leck erhalten. Auf Weise waren die Spaltungen künstlich sehr vermehrt worden, indem das Wasser nach Umständen bald durch einen, und durch den andern Arm sich ergoss, verlandeten sie sämmtlich stärker, als es in den weniger getheilten Strombetten der Fall sen sein würde.

Lange Zeit hindurch fehlen alle Nachrichten über die weitern nderungen der Rheinarme. Mehrere Jahrhunderte später ist sen der untere Rhein unterhalb der Abzweigung des Leck höchst unbedeutender Fluss geworden. Im Jahre 860 soll e Mündung während eines Sturmes ganz versandet worden , doch muss sie sich seitdem wieder geöffnet haben, da der er Friedrich I. im Jahr 1165 dem Grafen von Holland, Floris III., ab, den Damm wegzuräumen, wodurch derselbe den Rhein bei denburg (jetzt Zwammerdam) zwischen Woerden und Leyden errt hatte.

*) Ich habe den Lauf der Flüsse durch die Orte bezeichnet, die vorhanden sind: es soll durch das Mitgetheilte aber keineswegs t sein, dass dieselben schon damals existirten.

In welcher Zeit der alte Rhein sich ganz schloss, und welcher Zeit die mehrfachen Verbindungen der Whaal mit der Maas sich entweder von selbst darstellten, oder künstlich eröffnet wurden, ist unbekannt: im 12ten und 13ten Jahrhundert wurden aber vielfache Deichanlagen ausgeführt, und es entstand damals das ganze Deichsystem, wie es jetzt besteht. Dass man hierbei nur das augenblickliche Interesse der Landeskultur im Auge hatte, ohne die gehörige Regulirung der Ströme dabei zu berücksichtigen, darf kaum erwähnt werden: so geschah es denn auch, dass die Deiche wieder eine neue Veranlassung zur Verwilderung der Ströme wurden, und manche Deichbrüche neue Stromarme eröffneten. Das schrecklichste Beispiel dieser Art war der Durchbruch der Whaal und Maas in den Südholländischen Waard oder in das Bergsche Feld. Die Maas hatte sich im untern Theile ihres Laufs bereits mit der Whaal vereinigt, und beide durchbrachen am 18. November 1421 zwischen Woudrichem und Dortrecht den linkseitigen Deich und zerstörten, indem sie sich in das niedrige Land ergossen, eine Fläche von vielen Quadratmeilen. Sie eröffneten sich dabei eine neue Mündung in das Meer durch den weiten und tiefen Busen des Biesboches, durch das Hollands-Diep und durch die Krammer. Es wurden bei diesem Einbruche zwei und siebenzig Dörfer nebst vielen kleineren Besitzungen zugleich mit dem Boden, worauf sie standen, durch das Wasser zerstört *). Diese Verwüstung erklärt sich nur dadurch, dass das Meer, sobald es in das bedeichte Land eintreten konnte, bei jeder Fluth hineindrang und bei jeder Ebbe wieder zurückwich. So wurden die heftigsten Strömungen erzeugt, welche eben die Erweiterung und Vertiefung des Busens herbeiführten. Eine natürliche Folge dieses Durchbruches war, dass die Whaal jetzt schon im Biesbosch, also 10 Meilen vor ihrer früheren Mündung den Wasserspiegel der Nordsee antraf, und daher von jetzt ab um soviel ihren Lauf verkürzte. Dadurch vergrösserte sich wieder das relative Gefälle der Whaal bis zum Trennungspunkte bei Lobit, der Zudrang des Wassers zu ihr vermehrte sich, und in gleichem Maasse, wie ihr Bett sich vertiefte und ausbildete, so wurde das des Rheins und

---

*) Blanken, Memorie betrekkelijk den Staat der Rivieren. 1823. pag. 22.

ıks und der Yssel wegen des verminderten Zuflusses ver- Diese Verhältnisse, welche eine vollständige Sperrung der heren Arme, und zugleich die Wiedervereinigung des Stromes m einzigen Schlauche mit der Zeit hoffen liessen, erlitten n, da man sie ganz zufällig sich weiter entwickeln liess, nigen Jahrhunderten eine wesentliche Veränderung. Der ch war durch den Niederschlag des Stromes und wohl urch den des Fluthwassers nach und nach wieder aufge- n, und in die Stelle des weiten Meerbusens war eine ge Gegend getreten, in welcher einzelne Inseln bereits über wöhnlichen Wasserstand hervorragten. Sie waren mit Gras rauch bewachsen und wurden sogar behufs der bessern ung bereits eingedeicht. Eine grosse Anzahl von flachen rläufen zog sich dazwischen hin, diese waren aber natürlich nehr im Stande, den grössten Theil der Wassermenge des abzuführen, und noch weniger konnte der Wasserspiegel e sich schon in ihnen einstellen. Der niedrige Wasserstand Whaal verschwand daher und mit ihm das bisherige stärkere t. Der Rhein und Leck und ebenso auch die Merwede er untere Theil der Whaal empfingen daher wieder einen ren Zufluss, und die ganze Wassermenge des Rheins fing an, durch diese Arme ihren Weg zu nehmen, während ge der vorhergehenden schwächern Strömung die Tiefe der- sich ausserordentlich vermindert hatte, und sie daher zur ung des Wassers ganz ungeeignet geworden waren. Nur die Erhöhung der Deiche war man im Stande, die Ströme m Bette zu erhalten, aber sie füllten dieses in so bedenk- Höhe an, dass nicht nur die natürliche Entwässerung zum n Theil ganz aufhörte, sondern auch die Gefahr der Deich- immer zunahm und die Existenz mancher bedeutenden Orte hrend bedroht wurde. Seit etwa drei Jahrhunderten ist Zustand eingetreten: man hat seitdem in Bezug auf die ilung des Wassers manche Anlagen ausgeführt, die wohl h gewesen sein mögen, es ist indessen nichts geschehn, n Strömen regelmässige Betten zu geben und dadurch die ung des Hochwassers und Eises zu erleichtern. Gleich alb der Preussischen Grenze vor Nymwegen zeigt sich bei n Wasser eine Verwilderung in der Whaal, wie sie bis zur

französischen Grenze im Rhein nicht wieder vorkommt. Die und ebenso der abgezweigte Rhein oder Leck enthält seichte Stellen, dass die Schifffahrt gerade hier die grösst dernisse findet. Gewiss ist die Spaltung des Rheins eine veranlassung zur Ausbildung dieser unglücklichen Verh gewesen, welche eben so sehr die Sicherheit des Landes, Schifffahrt bedrohen: aber wenn der ungetheilte obere Rhe ähnlichen Unordnungen in seinem Bette zeigt, so rühr ohne Zweifel zum Theil wenigstens auch davon her, dass übrigen Staaten, durch welche er fliesst, auf seine Regu hingewirkt und sich nicht darauf beschränkt haben, einzeln deckungen ausführen zu lassen.

Wenn zwei oder mehrere Stromarme dauernd neben bestehn, so pflegt gemeinhin keiner von diesen unter all ständen Hauptarm zu sein: wäre dieses der Fall, so w zweite und die andern Arme vorzugsweise der Verlandu gesetzt bleiben, und eben dadurch müsste der erste de immer stärker anziehn und ihn endlich ungetheilt auf Dieses geschieht in der That fast jedesmal, wenn eine Sc durch die natürlichen Veränderungen durchbrochen oder k durchstochen wird: der kürzere neue Arm verwandelt si und nach in den Hauptarm, und gleichzeitig mit seiner An nimmt der alte Arm an Weite und Tiefe ab, und spe endlich selbst durch das Material, welches der Strom d lagert. Häufig sind indessen die Umstände von der Ar der eine Arm vorzugsweise zur Abführung des k Wassers geeignet ist, und der andere zu der des wassers. Der Grund hiervon kann theils in der Richt obern Mündungen liegen, welche abwechselnd mit der des zur Zeit der verschiedenen Wasserstände zusammenfällt. jedoch die Arme eine grosse Länge haben, so darf man zufällige Richtung der Mündung kein grosses Gewicht le Profile und die ganze Gestaltung des Bettes, oder in Be Hochwassers die Weite und Höhenlage des ganzen Thales, auf die Vertheilung des Wassers in beiden Armen ei wesentlichern Einfluss ausüben. Ausserdem kann auch gerer Eisstand vor einer Mündung, oder gewisse sonsti hältnisse beim Eisgange, das relative Gefälle im betreffend

gen und sonach die Hauptströmung in den andern Arm n. Was die Holländischen Ströme betrifft, so nimmt die l bei kleinem Wasser entschieden den grössten Theil der ermenge des ungetheilten Rheins auf, wogegen bei Hochr der Rhein und Leck weit kräftiger wirken.

Bei einer solchen Vertheilung tritt der grosse Uebelstand ein, gewöhnlich derjenige Arm, der jedesmal der schwächere ist, mit Niederschlägen aus dem Wasser anfüllt und verlandet, r er, sobald er umgekehrt wieder Hauptarm wird, an Fähigzur Abführung des Wassers etwas verloren hat. Auf diese e schwächen sich die beiden Arme abwechselnd gegenseitig, n beiden bilden sich Versandungen, wie man es in solchem gemeinhin sehr auffallend bemerkt.

Es ergiebt sich hieraus, wie schwierig es ist, eine Theilung Stromes darzustellen, wobei dauernd beide Arme nicht ffen bleiben, sondern auch eine gewisse Tiefe in ihren Betten ten, oder wohl gar in bestimmtem Verhältnisse die Wassere des Stromes unter sich vertheilen sollen. Ob diese Aufund namentlich unter Einführung der letzten Bedingung sich mal vollständig rechtfertigen lässt, ist eine andere Frage: rfahrung dürfte wenigstens gezeigt haben, dass es viel leichter in Ufer, wenn es auch noch so sehr bedroht wird, zu halten, iese Aufgabe zu lösen. Nichts desto weniger hat man doch llen die Bedingungen in dieser Art gestellt: die Schwierign, denen man alsdann begegnet, haben sich sehr auffallend ler Spaltung des Rheins vor Wesel gezeigt. Der Büdericher l musste gegraben werden, um Wesel vor dem Stromanfall chern, es vergingen aber mehrere Jahre, bevor er endlich Hauptstrom aufnahm, und sobald dieses geschah, erforderten Ufer nicht nur auf ihre ganze Länge, und zwar zu beiden n, eine weit festere Deckung, als vor Wesel je versucht en war, sondern ausserdem fing auch der alte Arm an, sich rflächen, und verlandete so sehr, dass die Schifffahrt und e höhere Interessen bedroht schienen. Es musste nun durch Canal eine Schwelle oder ein Grundwehr aus Senkfaschinen iend gelegt werden, um sein Profil zu beschränken und sonach urch denselben abfliessende Wassermenge auf ein gewisses s zurückzuführen. Der Aufstau, der dadurch hervorgebracht

wurde, drängte das Wasser auch wirklich in den alten l
und mit Hülfe einer künstlichen Vertiefung des Bettes wur
verlangte Wasserstand wieder dargestellt, aber unmöglich w
diesen Arm vor Verlandung zu sichern und zugleich eine st
Strömung und namentlich den Eisgang ganz davon abzuha

Bei den Stromspaltungen ist gemeinhin das absolute G
in beiden Armen gleich gross, indem beide sich entweder
unterhalb wieder vereinigen, oder sie in das Meer oder einen
desselben ausmünden. Das relative Gefälle ist sonach umg
der Länge jedes Armes proportional, und da diese Länge bei
Wasserständen unverändert bleibt, so ändert sich im Allgem
auch nicht das Verhältniss der beiden relativen Gefälle
einander. Geht man auf den frühern Ausdruck zurück, so ha
für den einen Arm $M^2 = k \cdot \alpha b^5$
und für den andern $M'^2 = k \cdot \alpha' b'^5$.
Das Verhältniss von α zu α' ist aber constant, also glei
daher $M'^2 = k \alpha \cdot \beta b'^5$
Beabsichtigt man daher nach einem bestimmten Verhältnis
Wassermenge auf beide Arme zu vertheilen, so dass etw
Proportion $M : M' = m : n$
zum Grunde gelegt wird, so erhält man

$$b : b' = \sqrt[5]{(\beta m^2)} : \sqrt[5]{n^2}$$

Auf solche Weise lässt sich das Verhältniss der Brei
beiden Stromarme bestimmen. Sehr genau dieselbe Rec
ergiebt aber auch das Verhältniss der Breite des einen
zu der des ungetheilten Stromes, man darf zu diesem Zwec
M und b auf den letztern beziehn und das Gefälle gehöri
rücksichtigen. Es muss hierbei indessen nicht ausser Acht ge
werden, dass diesen sämmtlichen Rechnungen die Vorauss
zum Grunde liegt, dass der Boden und die sonstigen Verhäl
in den verglichenen Fällen ungefähr dieselben sind, und s
der Strom auch immer die Tendenz behält, ähnliche Profile zu b

Bei Regulirung der Stromarme und namentlich bei Besch
kung ihrer Breite zeigt sich oft ein wesentlich verschie
Erfolg gegen ähnliche Anlagen im ungetheilten Strome. Wi
man das Profil des letztern auch verengen mag, so wird die
Wassermenge, die sich im Bette ansammelt, immer vereinigt bl
es kommt gewiss nicht leicht vor, dass man besorgen m

Wasser würde auf anderem Wege einem stark verengten ile ausweichen. Auf solche Weise kann man im ungetheilten me einen starken Stau durch Einbaue erzeugen, und in Folge elben sehr heftige Einwirkungen auf das Bette veranlassen. einen Stromarm giebt es dagegen keine bestimmte Wasser- ge, die unter allen Umständen demselben zugehört: der ganze ass des ungetheilten Stroms vertheilt sich in die verschiedenen e nach Maassgabe des Gefälles und des Profiles, oder nach r Capacität. Wenn durch irgend eine Anlage in einem Arme Stau hervorgebracht wird, so besteht der Erfolg nicht nur inem vermehrten Angriff auf die Sohle der verengten Stelle, dern ausserdem wirkt der Stau auch auf die Erhebung des sserspiegels weiter aufwärts, und wenn diese Erhebung sich h in dem Theilungspunkte zu erkennen giebt, so verursacht eine Vermehrung des absoluten und zugleich des relativen Ge- es, und zugleich des Querschnitts des andern Armes. Dadurch et sich eine verstärkte Strömung in dem letztern, und in chem Maasse, wie die Wassermenge in diesem sich vergrössert, mindert sie sich in dem ersten Arme. Die geringere Wasser- ge bedingt wieder eine schwächere Strömung, und die Folge dieser pflegt eine verstärkte Ablagerung des Materials zu sein. nach kann die Einschränkung, welche man in einem Stromarme nimmt, zuweilen gerade das Gegentheil von dem hervorbringen, s man dabei beabsichtigt, nämlich statt der Vertiefung eine ssere Verflächung.

Beispiele hiervon findet man nicht selten: auch in der Ge- ichte des holländischen Strombaues ist ein solches sehr auf- lend vorgekommen. Als nämlich die Verbindung der Whaal dem Biesbosch sich nach und nach verstopft hatte, und die flächungen der Strombetten sich so nachtheilig zu erkennen ben, wurde die Absicht der Stadt Dortrecht, alle Stromläufe rch das Biesbosch zu schliessen und die Whaal oder Maas eder in ihr altes Bette zu weisen, durch die Eifersucht der dern Staaten vereitelt. In dieser Verlegenheit griff man zu dem ttel, eine starke Verengung des Stroms bei Dortrecht vorzu- hmen, dieses geschah im Jahr 1663, indem eine sehr lange , der sogenannte Papendrechtsche Fährdamm, Dortrecht über, erbaut wurde: derselbe wies aber wieder eine grössere

Wassermenge in das Biesbosch, als vorher durch dieses abfloss, und die Maas versandete nach der Anlage noch stärker, wie früher.

Es liegt in der Natur der Sache, dass der Stau, welchen die verschiedenen Anlagen erzeugen, sich nicht weit aufwärts erstrecken kann, und man darf daher in einigem Abstande vom Trennungspunkte die Regulirung einzelner Stellen in gleicher Weise, wie im ungetheilten Strome vornehmen, besonders wenn man eines baldigen Erfolges dieser Werke gewiss ist. Man wird aber dafür sorgen müssen, dass nicht etwa die an sich nur geringen Stauhöhen vor einer grossen Anzahl solcher Anlagen gleichzeitig eintreten, weil sie sich vereinigen können, und alsdann auch in grösserer Entfernung bis zum Theilungspunkte herauf sich wirksam zeigen, und dem Arme, den man vertiefen will, das Wasser entziehn. Neben einer eingeschränkten Stelle wird die Vertiefung des Grundes um so schneller eintreten, oder der Stau wird um so früher verschwinden, je weniger das Unterwasser in seinem Abflusse gehindert wird: das heisst je grösser das Gefälle an der eingeschränkten Stelle bei geringer Erhebung des Oberwassers ist. Es dürfte hieraus die Regel sich begründen, dass man diejenigen Stromarme, welche man zu Hauptarmen umformen will, von unten auf reguliren muss. In jeder einzelnen zu regulirenden Strecke wird man aber auch in diesem Falle mit den obern Werken den Anfang machen müssen.

Wenn es dagegen Absicht ist, einen Arm zur Verlandung zu bringen, so wird eine Verengung, die man am obern Theile vornimmt, gleich den Erfolg haben, dass das Wasser des ungetheilten Stromes sich mehr in den andern Arm wirft. Im Trennungspunkte selbst wird ein solcher Erfolg häufig durch die Richtung des strömenden Wassers vereitelt. Wenn vielleicht der Arm, den man schliessen will, einen starken Strom aufnimmt, und man führt eine sogenannte Schöpfbuhne in denselben hinein, um das Wasser abzuschneiden und es in den andern Arm zu weisen, so wirkt diese Buhne in gleicher Art, wie andere Einbaue, und wenn man nicht etwa auf eine allmählige Ablenkung des Stromes und auf eine Umgestaltung des tiefen Schlauches schon vorher hingewirkt hat, so ist die vor dem Kopfe des Werkes eintretende grosse Vertiefung dem Zwecke der Anlage durchaus zuwider, und sie kann Veranlassung sein, dass das Wasser sich stärker,

früher in diesen Arm stürzt. Solche Erfolge zeigen sich aber t nur bei der Anlage von Werken im Trennungspunkte selbst, lern sie kommen nicht selten auch bei Ausführung der Sperr- nen oder der Coupirungen vor, durch welche man Stromarme t abschliessen will. Diese Coupirungen sind, ehe sie ge- ossen werden, wieder nichts anderes, als gewöhnliche Buhnen, einander gerade gegenüber stehen, und wenn der Boden in noch offnen Zwischenraume zwischen ihren Köpfen nicht ier gedeckt ist, so bildet sich daselbst oft eine sehr grosse fe, die wieder Veranlassung sein kann, den Strom vorzugsweise liesen Arm hineinzuweisen.

Ein sehr auffallendes Beispiel von einer solchen Verstärkung Stromes während der Ausführung der Coupirung theilt Wiebe- g mit. Am Fusse des Siebengebirges zwischen Honnef und landseck spaltet sich der Rhein in drei Arme, indem die beiden eln Nonnenwerth und Grafenwerth dazwischen liegen. Die iifffahrt leidet daselbst durch die untiefen Stellen, welche na- ntlich der Bergfahrt sehr hinderlich sind. Es sollte daher im r 1790 der rechtseitige Arm, der Grafenwerth vom rechten r trennt, abgeschlossen werden. Wiebeking führte den Bau aus. r Arm hatte vorher wenig Strömung gehabt, doch nahm dieselbe hrend des Baues immer mehr zu, je weiter die beiden Flügel r Coupirung in das Bette hineingeführt wurden. Die Tiefe rmehrte sich ausserordentlich, und als man bis auf 120 Fuss n Strom geschlossen hatte, stürzte das Wasser mit solcher ftigkeit durch die Oeffnung, dass man mit der Peilstange den und nicht mehr erreichen konnte, was zum Theil von der starken römung herrührte, die das Herabstossen einer sehr langen Peil- nge unmöglich machte. Die Geschwindigkeit in der Oeffnung rug 11 Fuss in der Secunde. Der auffallendste Umstand dabei indessen die starke Strömung, welche sich jetzt im ganzen e zeigte, und die sogar so kräftig wurde, dass Schiffe, welche mabwärts fuhren, in diesen Arm hineingezogen und durch die fnung hindurch getrieben wurden. Wiebeking brachte durch vendung besonderer Mittel das Werk zum Schlusse, aber eben die Tiefe so gross geworden war, reichte das Material nicht um die nöthigen Dimensionen darzustellen. Der ganze Bau t sich nicht lange und ist schon längst vollständig verschwunden.

Man hat gegenwärtig nach einer ganz andern Methode d
gesperrt, indem er zuerst stark zur Verlandung gebra
alsdann in der Höhe des niedrigen Wassers geschlossen
so dass die Verlandung auch noch ferner stattfinden kan

Beim Abschliessen der Stromarme finden d
Regeln wieder Anwendung, die schon früher über die Um
der Strombetten mitgetheilt sind. Wenn es die Absicht
Bette eines Armes in ein nutzbares und gehörig gestalte
umzubilden, so darf man es nicht sogleich ganz abscl
denn in diesem Falle wird auch dem Material, welches si
ablagern soll, gleichfalls der Zugang gesperrt. Es muss
dafür gesorgt werden, dass selbst die schweren Stoffe,
nicht weit von der Sohle entfernen, noch hineintreiben
Es kommt also darauf an, die Strömung nur zu mässig
aber nicht gleich ganz zu vernichten. Hierzu bietet d
erwähnte Umstand, nämlich die gegenseitige Abhängigk
Strömung in beiden Armen, in vielen Fällen vielleicht imm
sehr günstige Gelegenheit. Wenn man in dem Arme, d
schlossen werden soll, so oft es die Umstände erlauben, die
stellenweise verengt und dadurch das Wasser etwas zurück
so vergrössert sich sogleich um eben so viel die Wasse
im andern Arme, und verstärkt ihren Angriff auf denselben.
aber dafür zu sorgen, dass durch diese Anlagen kein neu
griff auf das Bette des ersten Armes erzeugt wird, daher
alle Werke, welche einen solchen veranlassen können, mü
vermieden werden. Man muss den Strom nicht irritiren, s
nur durch behutsames Einwirken ihn nach und nach z
zudrängen suchen. Die Gelegenheit hierzu findet sich gew
den meisten Fällen, und die Erfolge treten alsdann viel sch
ein, als man erwarten sollte. Es kommt nur darauf an,
man mit ununterbrochener Aufmerksamkeit auf diesen Zweck
wirkt, und jede Untiefe, die sich im Bette des Armes od
Ufer zeigt, sogleich mit leichten Werken und Zäunungen
nur vor einem Wiederabbruch sicher stellt, sondern auch
Beförderung der ferneren Ablagerung des Materials sie zu er
sucht. Der Umstand, dass die Verflächung sich gezeigt ha
schon der Beweis, dass der Strom gerade hier zum Absetze
Sinkstoffe geneigt ist, und indem man von solcher Geleg

er Nutzen zieht und das Gewonnene festhält, so pflegt der Ig nicht auszubleiben, namentlich wenn man im andern Arme gerade entgegengesetztes Verfahren beobachtet, und die An- e möglichst befördert und den Verlandungen vorbeugt. Von nderer Wirksamkeit für die schnelle Verlandung im ersten e sind die lebendigen Pflanzungen, die immer um so kräftiger achsen und daher immer um so mehr auf die Beruhigung des ssers hinwirken, je stärker das Material sich zwischen ihnen gert. Die eigentliche tiefe Stromrinne des abzusperrenden es wird hierbei gar nicht unmittelbar angegriffen, aber indem Profilweite immer mehr und mehr abnimmt, und der andere sich zum Hauptstrome ausbildet, so wird in dem ersteren Strömung zur Zeit des Hochwassers geschwächt, und die grosse fe verschwindet von selbst, besonders in der obern Mündung, die schweren Stoffe am leichtesten hineingeschoben werden.

In dieser Weise hat Bauer einige Arme des Rheins, und etzt den Arm neben der Rodenkircher Insel, etwa eine Meile rhalb Cöln geschlossen, ohne dass der Bau selbst Schwierig- ten bot, noch auch die Werke lange Zeit hindurch einen starken omangriff ausgesetzt blieben; wogegen ältere Werke, deren one höher liegt, wie die Coupirung im sogenannten Flürenschen nale unterhalb Wesel, fortwährende Reparaturen bedürfen und r wenig Verlandung bewirken.

Wenn die Stromarme nicht lang sind, so hängt die Stärke s Stromes, den sie aufnehmen, ohne Zweifel sehr von der chtung ihrer Mündung gegen den vorhergehenden Strom Indem das Wasser an den Theilungspunkt gelangt, verfolgt seine frühere Richtung und tritt in denjenigen Arm, der dieser besten entspricht. Man kann daher in solchem Falle durch örige Regulirung der oberhalb belegenen Stromstrecke das sser in einen der Arme hineinweisen, und die Erweiterung und tiefung desselben vom Strome selbst erwarten. Man wird auch er allen Umständen dafür sorgen müssen, dass die obere Mün- g desjenigen Armes, den man zum Hauptarme bestimmt hat, dem vorhergehenden Stromlaufe gut anschliesst. Wenn in- sen die Arme sehr lang sind, so lässt sich von solchen An- en, welche die Umgestaltung der Mündung bezwecken, der ze Erfolg noch nicht erwarten, und es wird überhaupt nicht

gelingen, die Mündung in der gewünschten Art darzustellen die Beschaffenheit der Strombetten in beiden Armen der ge Vertheilung nicht entspricht. Es wird nämlich durch di und Tiefe beider Arme der Wasserstand in denselben und von diesem hängt wieder das Gefälle in beiden zunäch dem Theilungspunkte liegenden Strecken ab: wenn dies nach dem einen Arme sich viel grösser, als nach dem and stellt, so wird fortwährend das Wasser dort stark hinein und dieser Zug behält einen grössern Einfluss auf die Ge des vorhergehenden Strombettes, als die Bauwerke, die m zur Darstellung einer andern Richtung vielleicht ausgefüh

Die Schöpfbuhnen sind, wie bereits erwähnt word sehr zweifelhaftem Erfolge, besonders wenn sie stark ge Richtung des Stromes geneigt sind. Nichts desto weniger sie häufig ausgeführt, und jedenfalls ist es auch nothwen Landzunge, welche den Strom spalten soll, in gehöriger herauszuführen, so dass die Mündungen beider Stromarme mässige Begrenzungen erhalten. Eben so nothwendig ist auch, die Dauer dieser regelmässigen Mündung zu sicher namentlich die vortretende Spitze, welche immer durch die und besonders durch das Eis sehr bedroht wird, vor Be gungen sicher zu stellen. Wenn das Werk keinen andern als diesen hat, so ist es eigentlich nicht mehr ein Schöp es spaltet die herabfliessende Wassermasse, und indem in der Richtung derselben hinzieht und sich nach und nac breitet, so lenkt es zugleich auf beiden Seiten den Strom v dahinter liegenden Erdzunge ab und weist ihn in die Bett beiden Arme. Auf diese Art bilden sich zu beiden Seiten halb des Werkes concave Ufer, deren Deckung mit dem selbst in Verbindung stehen muss. Es kann hierbei ges dass man zur Darstellung regelmässiger Uferlinien das We der Spitze der Insel noch weit herausführen und dasselbe al mit Einbauen in Verbindung setzen muss, welche nach eine nach beiden Seiten vor das Ufer der Insel vortreten. Es sich in diesem Falle auch eine gewisse Vertheilung der Wa menge auf beide Stromarme herbeiführen, soweit letztere zur nahme derselben fähig sind: es muss indessen immer Regel bl das Separationswerk, welches alsdann wieder Schöpf

nicht stark gegen die Richtung des Stromes zu neigen, um grosse Vertiefung auf derjenigen Seite zu veranlassen, wo en Wasserzudrang vermeiden will.

ı ähnlicher Weise, wie man für die regelmässige Trennung tromes in zwei Arme sorgt, verfährt man auch bei der lervereinigung derselben, und das Gleiche findet auch venn Seitenzuflüsse in den Strom treten. Es ist schon früher davon die Rede gewesen, dass die zu verschiedenen Zeiten enden Anschwellungen zweier Flüsse in der Nähe ihrer Verng das Material des einen in dem Bette des andern abrn pflegen, und sonach in beiden Verflächungen entstehn. lbe Fall ereignet sich aber auch gewöhnlich unterhalb der in einem Strome, wo zwar die Anschwellungen beider Arme zeitig vorkommen, aber die Strömungen keineswegs immer mässig sind, sondern sich gewöhnlich bei verschiedenen erständen in beiden Armen auch verschiedenartig herausstellen sonach wieder abwechselnd die Verflächung des einen und ndern veranlassen. Es lässt sich dieser Uebelstand nie ganz iden, aber wohl kann man den Effect der Strömung und ch die Ausbildung einer tiefen Rinne in jedem Arme oder lem der beiden zusammentretenden Flüsse dadurch befördern, man künstliche Krümmungen darin bildet, die von beiden ı aus sich nach dem Separationswerke oder der Trenısbuhne hinziehn und sich am Kopfe derselben vereinigen. solche Weise werden die beiden tiefen Stromschläuche zuengeführt, und da sie auch nahe in gleicher Richtung sich nigen, so setzt sich die Tiefe regelmässig nach unten fort, s erfolgen hier keine Ablagerungen, sobald nur in dem einen beiden Armen eine starke Strömung stattfindet. Endlich erman dabei noch den wesentlichen Vortheil, dass zur Zeit starken Anschwellung in dem einen Arme das Wasser über rone des Separationswerkes, wie über eine declinante Buhne türzt, und dadurch schon in dem andern Stromschlauche eine heilige Ablagerung des Materials verhindert.

Fig. 87, Taf. XXXIII. zeigt diese Art der Vereinigung zweier ie, Woltman hat sie zuerst empfohlen*), und sie ist seitdem

) Beiträge zur Schiffbarmachung der Flüsse. Seite 122.

vielfach und zwar immer mit günstigem Erfolg angewendet w
Die Mündung der Havel in die Elbe ist z. B. hierdurch v
sandungen ziemlich sicher gestellt. Von besonderem Nut
diese Anordnung aber noch bei der Vereinigung kleiner G
flüsse mit schiffbaren Strömen. Erstere führen häufig
Massen von schwerem Material den letztern zu, und ind
schwächere Gefälle in diesen nicht genügt, um dasselbe
stromabwärts zu treiben, so pflegt es in unregelmässigen
dicht vor der Mündung liegen zu bleiben, und tritt häu
über die ganze Breite des Strombettes, so dass sich höchst
theilige Untiefen und zugleich Stromschnellen daselbst bilde
Ablagerung des Materials kann freilich durch die Regulir
Mündung nicht vollständig verhindert werden, aber sie erfol
regelmässiger und verflächt nicht sowohl den tiefen Stroms
als sie vielmehr eine allmählige und ziemlich gleichmässi
höhung des ganzen Bettes veranlasst.

Ein Verfahren, welches mit dem angegebenen einigerm
übereinstimmt, tritt auch in dem Falle ein, wenn man ein S
bassin neben dem Strome, welches nur stehendes Wasser
wie etwa einen Flusshafen oder einen Canal, vor Versan
möglichst sicher stellen will. Die Niederschläge lassen
einem solchen Bassin nie vermeiden, da das eintretende W
darin vollständig zur Ruhe kommt, und sonach alle i
schwebenden Stoffe zu Boden sinken: dagegen ist es sch
grosser Vortheil, wenn man die durch den Strom über den
forttreibenden Stoffe nicht in den Hafen oder den Canal h
dringen lässt. Der Kopf, welcher oberhalb der Mündung
wirkt wie eine Buhne: er befördert die Verlandung besonders
wenn er inclinant oder stromaufwärts gerichtet ist. Hat er da
eine stromabwärts gekehrte Richtung, so bildet sich durc
überstürzende Wasser, wie bei einer declinanten Buhne, hinte
eine tiefe Rinne, und die Mündung behält weit vollständige
Tiefe. Hiernach ist es Regel, alle solche Mündungen s
abwärts zu kehren, wodurch auch noch für die Schifffah
wesentliche Vortheil erreicht wird, dass das Ein- und Aus
der Schiffe viel weniger schwierig ist, indem der Strom sie
dreht und sie nicht auf die untere Einfassung der Mündung

§. 73.

Anordnung der Strombauten.

Nachdem die verschiedenen Anlagen, welche behufs der Strom-
lirung in Anwendung kommen, in ihrer Wirksamkeit beschrieben
, ist es noch nöthig, die Anordnung derselben specieller zu
eichnen.

Ehe man zur Bearbeitung eines Stromregulirungs-Projectes
rgehn kann, muss man die erforderlichen Messungen, und
onders die Aufnahme der Stromcharte, das Nivellement und
Tiefenmessungen ausgeführt haben, zugleich ist es aber auch
wendig, dass man die verschiedenen Wasserstände und deren
er kennt, um darnach die Höhe der Werke mit Sicherheit
immen zu können. Die Stromcharte darf sich nicht nur auf
Strecke beschränken, welche gerade der Regulirung bedarf,
muss vielmehr soweit stromauf- und abwärts sich erstrecken,
s man den gehörigen Anschluss an diejenigen zunächst ge-
enen Strecken, die keiner Regulirung bedürfen, daraus ent-
men kann. Die Tiefenmessungen ergeben nicht nur die Lage
tiefen Rinnen, in welchen gewöhnlich auch die stärkste Strö-
ung stattfindet, sondern ausserdem zugleich die Untiefen und
ndbänke. Wie schon oben erwähnt worden, muss man auch
Höhe der Ufer wenigstens ungefähr kennen. In vielen Fällen
es ausserdem nothwendig, die Stärke des Stroms oder die
schwindigkeit des Wassers zu messen, um darnach die Con-
uctionsart passend zu wählen.

Das Nivellement ist, wie schon früher angedeutet worden,
n besonderer Wichtigkeit, und es genügt keineswegs, dasjenige
fälle zu ermitteln, welches eben in der zu corrigirenden Stelle
gt, man muss vielmehr auch das allgemeine Gefälle des
zen Stromes auf eine lange Strecke kennen, indem sich nur
rnach die Zulässigkeit der Vertheilung eines Gefälles beurtheilen
st. Gemeinhin findet sich auf den unregelmässigen und seichten
ecken, die vorzugsweise einer Regulirung bedürfen, ein sehr
kes Gefälle; durch die gewöhnliche Art der Regulirung wird
selbe gemässigt, und der Erfolg davon ist, dass der Wasser-
egel in der zunächst oberhalb gelegenen Stromstrecke sich
kt, oder das Gefälle weiter stromaufwärts sich vergrössert.

Diese Aenderung der Verhältnisse ist zuweilen ganz unstatthaft, indem entweder das Gefälle in der obern Strecke schon an sich sehr stark war, oder indem Felsen im Strombette liegen, welche bei der Senkung des Wasserspiegels der Schifffahrt hinderlich werden. Man muss alsdann die Vorkehrungen in der Art treffen, dass an der zu corrigirenden Stelle das Gefälle concentrirt bleibt.

Gewöhnlich werden die Stromregulirungen ausschliesslich im *Schifffahrts-Interesse* vorgenommen, oder wenn auch andere Rücksichten die nächste Veranlassung dazu geben, so bleibt die Erleichterung der Schifffahrt doch fast immer ein wichtiger Nebenzweck. Das starke Gefälle verursacht eine heftige Strömung, und diese ist theils unmittelbar dem Betriebe der Schifffahrt hinderlich, theils aber vermindert sie auch den Querschnitt des Stromes und sonach auch die Tiefe desselben, wodurch vorzugsweise die Schifffahrt zu leiden pflegt. Das sicherste Verfahren, das man in solchem Falle wählen kann, bezieht sich darauf, das Gefälle an einzelnen Stellen sehr stark zu concentriren, oder künstlich das Wasser aufzustauen und durch Schiffsschleusen die Verbindung zwischen je zwei auf solche Weise getrennten Stromstrecken darzustellen. Diese Anordnung ist indessen immer sehr kostbar und sie bezieht sich auch nicht auf die eigentliche Stromregulirung. Es fragt sich daher, bis zu welcher *Grösse des Gefälles* ein Strom noch durch blosse Regulirung schiffbar gemacht werden kann. Eine ganz sichere Beantwortung dieser Frage ist freilich nicht möglich, indem die Art des Schifffahrtsbetriebes, sowie auch manche localen Verhältnisse und besonders der Wasserreichthum des Stroms dabei sehr in Betracht kommen; nichts desto weniger werden einige Angaben in dieser Beziehung wichtig sein. Es kommt hierbei aber augenscheinlich weniger auf die partiellen, als vielmehr auf die allgemeinen Gefälle an, indem man bei der Regulirung die ersteren zu vertheilen pflegt, und dieselben sich fast jedesmal verändern, während die letzteren keine wesentliche Aenderung erfahren können, indem der Anfangspunkt und der Endpunkt gegeben sind. Bei einem relativen Gefälle von 1 : 3000 oder einem geringeren kann man gemeinhin ohne Nachtheil, soweit es erforderlich ist, das an einzelnen Stellen concentrirte Gefälle vertheilen. Bei 1 : 2000 pflegt dieses dagegen nicht mehr möglich zu sein, man muss alsdann vielmehr die vorhandenen Untiefen

Stromschnellen bestehn lassen, weil sonst die Regulirung über grössten Theil der Länge des Stroms ausgedehnt werden ste. Der Betrieb der Schifffahrt findet indessen in diesem le und selbst bei einem Gefälle von 1 : 1800 noch keine entlichen Hindernisse. Das letzte Verhältniss bezeichnet das emeine Gefälle des schiffbaren Theiles der Ruhr, nach Abzug jenigen, welches durch Schiffsschleusen aufgehoben wird. Der ere Theil der Ruhr von Mühlheim abwärts bis zum Rhein, in keine Schleuse vorkommt, hat ein viel stärkeres Gefälle, beim niedrigsten Wasserstande des Rheins sogar 1 : 1400 rägt. Wenn aber der niedrige Wasserstand hier eintritt, so gt die Schifffahrt immer aufzuhören. Nichts desto weniger ht zu erwarten, dass ihre vollständige Unterbrechung sich wird meiden lassen, wenn erst die übelsten Stellen regulirt sein rden. Das Gefälle der Saar beträgt in dem schiffbaren Theile, o von Saarbrück abwärts durchschnittlich 1 : 1835. Dasselbe aber sehr ungleichmässig vertheilt. Von Saarburg bis zur sel beträgt es sogar 1 : 1339, und doch ist hier keine Schiffs-hleuse erbaut, sondern die Schiffe fahren im freien Strome auf- d abwärts. Die Schifffahrt hat hier schon seit langer Zeit standen, doch war sie bisher jedesmal in den Sommermonaten nz unterbrochen: nach Beendigung der Regulirung, die in urzem zu erwarten steht, darf man wohl hoffen, dass die Fahrt e ganz aufhören wird. Auf einzelnen von den am meisten nach-eiligen Untiefen hat sich durch die starke Einschränkung des ettes bereits ein Wasserstand gebildet, welcher, wenn auch nicht ir volle, doch wenigstens für halbe Ladungen genügt, und über-ies zeigt es sich, dass die starke Strömung, die daselbst statt-ndet, weder das Herauffahren besonders beschwerlich, noch auch s Herabfahren gefährlich macht.

Von solchen starken Einschränkungen des Bettes, wie sie der Saar vorgenommen werden mussten, um das grosse Gefälle gewissen Stellen zu erhalten, soll später die Rede sein. Zu-chst werde ich die Regulirung solcher Ströme beschreiben, die Allgemeinen kein starkes Gefälle haben, und wo ein ches, wenn es hin und wieder auch vorkommt, nicht daselbst halten zu werden braucht, sondern auf grössere Strecken ver-ilt werden darf.

In diesem Falle kommt es fast immer darauf an, dem Strome seine überflüssige Breite zu nehmen, und das Wasser so zusammen zu halten, dass es hinreichende Kraft behält, um die erforderliche Tiefe darzustellen. Es entsteht alsdann die Frage, welche Breite des Bettes zu diesem Zwecke erforderlich sei, und man pflegt hierauf zu antworten, dass man die Normalbreite wählen müsse. Der Begriff, den man mit diesem Worte verbindet, ist folgender: wenn der Strom ein so breites Bette hat, dass die Tiefe darin sich wegen der starken Vertheilung des Wassers nicht gehörig erhält, so bilden sich Sandbänke, oder vor den Ufern zeigen sich Verlandungen. Im entgegengesetzten Falle, wenn nämlich die Profilweite zu enge ist, so erfolgt Uferabbruch. Zwischen beiden liegt, wie man annimmt, eine gewisse Breite, welche für die Wassermenge des Stroms gerade angemessen ist, um das Absetzen des Materials oder eine Verflächung zu verhindern, und welche zugleich keinen Angriff der Ufer bedingt: dieses ist die Normalbreite. Um sie zu ermitteln, untersucht man den Strom in der Nähe, und wo man eine Stelle findet, die weder Abbruch noch Verlandung zeigt, so ergiebt sich aus dieser die Normalbreite. Es ist natürlich, dass eine solche Bestimmung nur soweit gelten kann, als die Verhältnisse ungefähr dieselben sind; die Normalbreite ändert sich daher, wie man auch gemeinhin hierauf aufmerksam zu machen pflegt, bei jedem neuen bedeutenden Seitenzuflusse, oder bei jeder Spaltung des Stroms. Es kommen indessen noch vielfache andere Umstände in Betracht, die man bei dieser Untersuchung nicht unberücksichtigt lassen darf: dahin gehört namentlich das Gefälle, die Krümmung und die Höhenlage der Ufer, denn wie bereits erwähnt worden, giebt der Lauf des Hochwassers gemeinhin Veranlassung zur Ablagerung der Sand- und Kiesmassen im Strombette. Bei der Regulirung ist es allerdings die Aufgabe, die Verhältnisse so günstig darzustellen, wie man sie in einem solchen normalen Profile wahrnimmt, und die Anordnung der Bauten würde gewiss ausserordentlich erleichtert werden, wenn man für jeden vorkommenden Fall schon ein Muster dafür auffinden könnte. Dieses ist indessen fast niemals möglich, und sonach kann die Ermittelung der sogenannten Normalbreite auch wenig nützen. In denjenigen Stromstrecken, welche nicht durch Seitenzuflüsse oder Uferbrüche verflächt werden, worin auch keine

en Krümmungen vorkommen, und welche endlich in der ung der Strömung des Hochwassers liegen, erhält sich ge- hin eine grössere Tiefe bei reichlicher Breite, und die Ufer keinem Angriffe ausgesetzt: diese Stellen sind es, welche durch schwaches Gefälle und schwache Strömung auszeichnen welche der Schiffer Woog oder Pfuhl nennt. Will man aber in ihnen gesammelten Erfahrungen auf die zwischenliegenden ken übertragen, wo die Umstände ganz anders sind, so werden ier keineswegs noch passend sein. Man macht gewöhnlich vielleicht jedesmal die Erfahrung, dass eine Normalbreite, he auf die beschriebene Art ermittelt wurde, viel zu gross ist, man dieselbe sehr bedeutend, oft um die Hälfte verringern , damit der beabsichtigte Erfolg sich darstellt. Man muss ch die gefundene und an andern Stellen wahrgenommene Breite den besondern localen Umständen modificiren. Es ist aber ss sehr schwer, das rechte Maass dabei sicher zu treffen: klicher Weise ist der Strom an den zu regulirenden Stellen öhnlich nicht ganz gerade, und man kann daher die Ein- änkungswerke vor dem convexen Ufer ohne bedeutende Mehr- en noch in Zukunft nach Bedürfniss weiter herausführen, rend eine Buhne, welche eine grosse Tiefe vor ihrem Kopfe ugt hat, wie dieses gemeinhin am concaven Ufer der Fall ist, enscheinlich nicht so leicht in späterer Zeit verlängert werden n. Hat man dagegen bereits einzelne Stellen corrigirt, so t sich viel sicherer die Angemessenheit der gewählten Breite Bettes beurtheilen, und man kann die gemachten Erfahrungen grossem Vortheil bei Aufstellung der spätern Projecte benutzen.

Wenn es nothwendig ist, an einer Stelle ein starkes Gefälle rhalten, wie dieses namentlich vor den Mündungen von Seiten- ssen der Fall ist, welche schweres Geschiebe dem Strome hren, und ebenso auch an solchen Stellen, welche vom Hoch- ser mit Sand und Kies angefüllt werden, so muss man eine nders starke Einschränkung vornehmen. Bei S t r o m k r ü m- gen ist die Einschränkung gleichfalls vortheilhaft, obwohl ohne sie eine tiefe Rinne sich vor dem concaven Ufer aus- lden und zu erhalten pflegt. Man unterlässt dabei sehr häufig Ausführung der Buhnen vor dem convexen Ufer, indem man rgt, dass sie den Angriff des Stroms auf das concave Ufer

noch verstärken möchten, dieses ist aber keineswegs jedesma
Fall, und besonders wenn ihre Köpfe recht steil gehalten we
so erzeugen sie vor sich eine grössere Tiefe und tragen als
sehr wesentlich dazu bei, den Strom von dem concaven
abzuziehn und ihn gleichmässiger über die ganze Breite des B
zu vertheilen. Die geraden Stromstrecken und ebenso
die Uebergänge aus einer Krümmung in eine andere entge
gesetzte, sind in gewisser Beziehung am schwersten zu regu
und vor Verflächungen zu sichern: indem nämlich der Stro
ihnen nicht so bestimmt auf gewisse Stellen hingewiesen
und in diesen die gehörige Tiefe erhält, so pflegen sich in i
sehr leicht nachtheilige Sandablagerungen zu bilden. Wenn
einen Strom untersucht, der sich selbst überlassen ist, so be
man gewöhnlich, dass in den Stromkrümmen die Tiefe ansel
grösser ist, als in den Uebergängen aus einer Krümmung i
andere. Den Grund hiervon darf man nicht allein in dem
stärkten Angriffe des Wassers vor dem concaven Ufer su
sondern die Verflächung an den geraden Stellen wird g
grossentheils auch dadurch veranlasst, dass das Hochwasser
am wenigsten dem eigentlichen Strombette folgt und vielmehr
herüber fliesst. Jedenfalls wird man die Versandungen an so
Stellen verhindern, oder wenigstens am schnellsten besei
wenn man starke Einschränkungen vornimmt, und hierauf b
die Praxis mancher Wasserbaumeister, die Profilweite in den K
mungen bedeutend grösser anzunehmen, als in den zwis
liegenden Strecken: besonders geschieht dieses, wenn man i
Krümmungen, wie schon erwähnt, das Bette recht weit ge
lässt oder es eigentlich nur von der concaven Seite aus einschr

Wenn man die Breite kennt, die man dem Strombette
oder belassen soll, so kommt es darauf an, die neuen U
linien zu bestimmen und in der Charte einzutragen. Hi
ist es jedenfalls Bedingung, dass diese Linien sich an die
oberhalb und unterhalb der zu corrigirenden Strecken ge
anschliessen müssen. Ausserdem muss das neue Flussbett, s
es geschehn kann, mit dem bestehenden zusammenfallen,
nicht weiter, als es dringend nöthig ist, Veränderungen ein
dürfen, und namentlich nicht grosse Uferstrecken dem Ang
des Stromes Preis gegeben, und eben so wenig solche Ri

werden, die von der Schifffahrt allein benutzt werden können. besonders wichtige Rücksicht ist es ferner, dass das neue möglichst regelmässig geführt wird. Es ist dabei keineswegs wendig, dass es in ganz geraden Linien oder sehr flachen gezogen wird, wozu auch nur sehr selten die Gelegenheit unden zu sein pflegt. Ohne allen Nachtheil kann man für Uferlinien beliebige Curven wählen, wobei es auch sehr gleichig ist, ob dieses Kreislinien sind, oder andere Bögen. Man indessen immer sehr sorgfältig vermeiden müssen, irgendwo rfe Krümmungen oder vollends förmliche Winkel in den Uferle eintreten zu lassen, wodurch jedesmal ein besonders starker riff gegen dieses Ufer und ausserdem auch eine Unregelmässigkeit im Strombett herbeigeführt werden würde. Demnächst man es vermeiden, entgegengesetzte Krümmungen vielfach hseln zu lassen: die Krümmungen müssen vielmehr, soweit geschehn kann, sich in demselben Sinne auf lange Strecken iehn, damit der tiefe Stromschlauch vor dem concaven Ufer gehörig ausbilden und von den Schiffen verfolgt werden kann. man diese Vorsicht nicht beobachtet und in sehr geringen rnungen die concaven Ufer in convexe übergehn lässt, so sich das Fahrwasser unregelmässig auszubilden, und starke ablagerungen treten bald von der einen, und bald von der ren Seite vor. Eine fernere Rücksicht bei Bestimmung der e des Strombettes bezieht sich darauf, dass dasselbe so viel möglich sich der Strömung des Hochwassers anschliessen muss, mit durch dieses nicht etwa jedesmal Sand- und Kiesbänke an ssen Stellen abgesetzt werden, welche das kleine Wasser später der forttreiben muss. Diese Rücksicht ist es besonders, welche Einführung weit ausgezogener Serpentinen verbietet, die sonst die Vertheilung des Gefälles bei kleinem Wasser sehr vortheil- wirken könnten. Die Regulirung beschränkt sich nach dem er Gesagten keineswegs auf das eigentliche Strombett, sondern leich auf die Umformung der Ufer, und sie bezweckt sonach h eine Einwirkung auf die Leitung des Hochwassers. Für Abführung von diesem würde es indessen höchst nachtheilig n, wenn man seine Profile stark beschränken, oder in der Richg seines Laufes grosse Krümmungen einführen wollte. Das hwasser muss sonach der allgemeinen Richtung des Flussbettes

folgen, und letzteres darf, wenn es auch sanfte Krün
zu beiden Seiten macht, sich doch nie so weit von jen
meinen Richtung entfernen, dass es mit demselben recht
bildete oder wohl gar rückwärts strömte. Endlich muss
Bestimmung der Uferlinien auch noch darauf aufmerks
dass die Wirkung von sehr kurzen Einbauen jedesm
Erfolg verspricht, und ebenso auch die Einbaue vor den
Ufern in scharfen Krümmungen theils sehr kostbar in d
und Unterhaltung ausfallen, theils aber auch nur wenig
dung zu erzeugen pflegen. Man thut daher wohl, w
in diesen Fällen lieber die Ufer unmittelbar deckt, oder
tung der vorhandenen Ufer gleich in die neuen Uferli
nimmt. Sollten hier aber Felsen vortreten, oder da
Strombett liegen, so würde man wieder die Kosten der Be
der letztern berücksichtigen müssen, und wenn diese s
bedeutender herausstellen sollten, lieber eine Verbauung
vornehmen, oder die neue Uferlinie weiter davon entfer

Die Uferlinien, welche sich nach diesen Rücksichten
zweckmässigsten herausstellen, werden in die Stromch
getragen, etwa wie Fig. 88 dieses durch die punktirte
angiebt. Das neue Strombett, welches man darstellen will,
gelt sich auf diese Weise zwischen den vorhandenen
und Inseln hindurch, und oft kommt es auch vor, dass
vorhandenen Ufer hineingreift, oder mitten durch Inseln h
geht. Es lässt sich dieses nicht vermeiden, wenn es nur
möglich wird, scharfe Ecken oder sehr scharfe Krün
zu umgehn. Bei einem Strome, der grossen Veränderung
worfen ist, muss man aber eilen, möglichst bald
erfolgten Aufnahme der Ufer auch das Project aufzust
auszuführen, weil sonst die Anlage nicht mehr passend se
Das Festhalten an einem frühern Plane, der vielleicht v
sehr zweckmässig war, ist, nachdem wesentliche Aen
in dem Strombette eingetreten sind, durchaus unstatth
vermehrt nicht nur die Kosten, sondern macht es auch
möglich, dass der Zweck vollständig erreicht werden ka
Aufgabe, die man jedesmal lösen muss, besteht darin,
Localverhältnissen, wie sie zur Zeit des Baues gerade st
den möglichst grössten Nutzen zur Erreichung des Zweckes

…er eine längere Zeit verflossen ist, oder vielleicht auch
Hochwasser zwischen der Aufnahme des Stroms und der
…ng des Baues eingetreten ist, so können sich so wesent-
…eränderungen ereignet haben, dass man schon von dem
Plane abgehn muss. Hierher gehört namentlich das starke
…en von denjenigen Ufern, die einen Theil der neuen
…e bilden sollten: statt einer einfachen Deckung derselben
…an, um das frühere Project beizubehalten, in grosser Wasser-
…d im heftigen Strome Einbaue ausführen, die bei starker
…ung des Ufers in der Regel auch schlecht verlanden und
fortwährend eine schwierige Unterhaltung erfordern. Es
sich hieraus die wichtige Regel, dass man kein Strom-
…ungsproject aufstellen darf, wenn nicht wirklich Aussicht
…orhanden ist, dass es bald zur Ausführung kommen kann.
…dessen immer einige Zeit zur Aufstellung, Prüfung und
…migung des Bauprojectes erforderlich ist, und es beim ge-
…chen Geschäftsgange verlangt wird, dass die Anschläge
…ers für grössere Arbeiten schon im Herbste eingereicht
…n, damit die erforderlichen Gelder für das nächste Jahr
…ibel gestellt werden können, so ist es Pflicht des Bau-
…rs, schon diejenigen Veränderungen zu berücksichtigen, welche
…cheinlich während des Winters vorkommen werden. Eine
Schätzung ist höchst unsicher; um so nöthiger wird es
…, dass nach dem Ablaufe des Hochwassers auch sogleich
…eberzeugung gewonnen wird, dass die früher beabsichtigte
…irung unter den veränderten Umständen noch passend sei.
… dieses nicht der Fall ist, so muss man untersuchen, welche
…icationen im Projecte einzuführen sind. Sobald aber der Bau
…nen werden kann, oder wenigstens die Genehmigung dazu
…lt ist, so muss vor Allem dahin gewirkt werden, solchen
…derungen, die auf den ganzen Bauplan von Einfluss sind,
…ich durch geeignete Maassregeln sicher vorzubeugen.
Diese Rücksicht ist vorzugsweise in dem Falle wichtig, wenn
…eabsichtigte Stromregulirung eine solche Ausdehnung hat, dass
… einem Jahre nicht beendigt werden kann: alsdann ist es
selten nothwendig, von der oben gegebenen Regel abzuweichen,
…ch jeder Bau dieser Art mit denjenigen Werken beginnen
…e, welche am meisten stromaufwärts liegen. Wichtiger ist es

in diesem Falle, solche Uferecken oder Uferstrecken festzuh
durch deren weitern Abbruch der neue Stromlauf unregelmäss
werden, oder die Uferbildung verhindert werden könnte.

Bei starken Verwilderungen des Stroms, und nam
lich wenn vielfache Arme sich gebildet haben, würde die Regul
übermässig kostbar werden, wenn man das neue Strombett sogle
durch Einbaue vollständig einschliessen wollte: es ist alsdann
zweckmässiger und sogar auch sicherer, den Plan erst in a
gemeinen Umrissen aufzustellen, und sich namentlich
darüber zu einigen, welche Arme den Hauptstrom aufnehmen
welche zur Verlandung gebracht werden sollen. Man kann
dann, und besonders wenn das Interesse der Schifffahrt a
sogleich eine vollständige Abhülfe verlangt, durch verschiedene
Baue zuerst diese wichtigsten Veränderungen einleiten, also
mentlich auf die Verlandung der Nebenarme hinwirken und
Wasser in dem bestimmten Stromschlauche sammeln, der dad
zugleich gehörig verbreitet und vertieft wird. Wenn dieses
schehn ist, so wird eine neue Aufnahme und Tiefenmessung d
dienen, das vollständige Project zu entwerfen. Bei diesem V
fahren ist es aber immer von grosser Wichtigkeit, jeder fern
Unregelmässigkeit durch gehörige Leitung des Wassers von o
her zu begegnen, und für die untere Strecke die Erfolge
zuwarten, soweit dieses ohne Nachtheil geschehn kann.

Wenn der Strom sich in mehrere Arme spaltet, so giebt
gewöhnlich noch einen andern sehr wichtigen Grund, der es v
bietet, die sämmtlichen Regulirungswerke sogleich vollständig a
zuführen. Es trifft sich nämlich häufig, dass derjenige Arm, d
man wegen seiner Richtung oder vielleicht wegen anderer Eige
schaften zur Aufnahme des Stromes wählen muss, sehr enge od
sehr seicht ist, so dass er weder für die Abführung des Wasse
noch auch für die Schifffahrt genügt. Man muss alsdann zunächst
auf die Verbreitung oder Vertiefung desselben hinwirken, bevor
man die Nebenarme ganz absperrt. In Bezug auf die Abführung
des Wassers kann man diese Bedingung leicht erfüllen, wenn man
das oben (§. 72) angegebene Verfahren befolgt, und den Neben
arm nur nach und nach zur Verlandung bringt. Es wird
dieser Zweck aber auch dadurch erreicht, dass man
Schwellen in ihm erbaut und dieselben später erhöht, w

were Material, welches der Strom hinführt, aufgefangen ach eine allgemeine Verflächung erzeugt haben. Ganz hend der Verminderung des Profils in diesem Arme, wird Profil des andern Armes vergrössern, wenn nicht etwa s Felsenriff hindurchstreicht, oder sehr grobes Material rin abgelagert hat, welches dem Angriffe des Stromes ht. Das schwere Geschiebe kann man, wenn ein starker larüber geht, durch mechanische Hülfsmittel aus seiner ssenen Lage bringen, worauf es wieder vom Strome fort- n wird. Oft aber genügt dieses nicht, und es ist nöthig, ne unmittelbar herauszuheben, und eben so sieht man sich weilen gezwungen, den gewachsnen Felsboden im Bette rer fortzusprengen. Beide Operationen, und besonders die flegen sehr kostbar zu sein, und es ist sonach nothwendig, on bei der Entwerfung des allgemeinen Regulirungsplanes icksichtigen. Finden diese Fälle dagegen nicht statt, so die verstärkte Strömung in dem Hauptarme bald eine e Einwirkung auf dessen Bette und Ufer hervor, und das erweitert sich, wodurch wieder die Werke im Nebenarme griffe entzogen werden, und die Verlandungen hier um so er erfolgen. Auf solche Art bildet sich nach und nach das ett regelmässiger aus, so dass man später die noch erfor- n Einschränkungen mit weit geringeren Mitteln zur Aus- bringen, und dadurch die Stromregulirung vollenden kann, ass in der Zwischenzeit jemals der Abfluss des mittleren rs und des Hochwassers behindert werden darf. Ganz sind aber die Folgen, wenn man ohne Rücksicht auf das des übrig bleibenden Armes den Hauptarm plötzlich ab- st: besonders kommen alsdann die Coupirungen selbst in rosse Gefahr, wie bereits von den am französischen Ufer eins ausgeführten Werken erwähnt worden ist. Aehnliche tände haben sich indessen auch in vielen andern Fällen t, und sie sind Veranlassung geworden, dass man die Cou- en als die schwierigsten und bedenklichsten Anlagen beim au anzusehn pflegt.

chwieriger ist es, das Schifffahrtsinteresse gehörig wahrzu- n, wenn der Hauptarm geschlossen werden soll. Ist die desselben überflüssig gross, so lässt sich das oben ange-

gebene Verfahren noch in Anwendung bringen, indem m
Rücken der Schwelle so tief legt, dass der Wasserstand
noch mit den andern untiefen Stellen in demselben Strom
einstimmt. Die Tiefe des abzuschliessenden Armes ist i
gemeinhin nur nothdürftig vorhanden, so dass man si
weiter vermindern darf, ohne sogleich die Schifffahrt zu
trächtigen. Es bleibt alsdann kein anderes Mittel übrig,
man die Uebergangsperiode bis zur hinreichenden Vertief
Nebenarmes möglichst abzukürzen sucht, indem man durch
tige Verbauung und vollständige Regulirung den St
gleich in den andern Arm hineintreibt. Fehlt es diese
aber stellenweise an der für die Schifffahrt erforderliche
so muss man durch unmittelbare Handarbeit oder Bagg
eine Rinne für den Durchgang der Schiffe künstlich e
Wenn man die Richtung dieser Rinne so wählt, dass
dem neuen Stromlaufe gut anschliesst, so darf man e
dass sie nicht nur offen bleiben, sondern beim vermehr
drange des Wassers sich auch zum tiefen und breiten
schlauche ausbilden wird. Dieser Fall kommt sehr häu
und am Rhein sowohl, als an der Mosel und der Wese
beinahe jedesmal geglückt, auf solche Art selbst die kl
Unterbrechungen oder Erschwerungen der Schifffahrt zu v
Ich vermuthe, dass bei gehöriger Berücksichtigung der
Verhältnisse, wie sie zur Zeit des Baues gerade stattfinden,
in allen Fällen möglich ist, und der neue Weg, sobald
Schiffer wählen müssen, dem bisherigen weder in Bezug
Tiefe noch auf die Richtung nachstehn darf, wohl aber in
Zeit sich viel vortheilhafter als der frühere umgestalten mus
kann dabei freilich vorkommen, dass einige Vorsicht erfor
wird, um das Schiff in die eben eröffnete Rinne hineinzu
und es zu diesem Zwecke, vielleicht während es früher
äussere Hülfe mit dem Strome herabtreiben durfte, sorgfälti
steuert, oder auch wohl durch Bäume abgesetzt werden
hierin liegt aber nur eine geringe Unbequemlichkeit, di
nicht vermeiden lässt, und keineswegs als eine wirkliche Ers
rung oder Behinderung der Schifffahrt angesehn werden
Selbst wenn das Schiff bei der Thalfahrt vor einer solchen
ankern und rückwärts am Tau herabgelassen werden mü

doch nicht leicht erforderlich ist, so liegt auch hierin noch wesentliches Hinderniss, vorausgesetzt, dass der Uebelstand rzer Zeit verschwindet. Es kommt vorzugsweise nur darauf lass die nöthige Wassertiefe sich wirklich überall vorfindet, t das Schiff nicht gelichtet werden darf, und dass andrerseits er bei der Bergfahrt die Strömung nicht so stark wird, dass Schiffer gezwungen wird, die Anzahl der Zugpferde zu ehren.

Ein Uebelstand, der sich hierbei häufig zeigt, und der oft zu bittersten Beschwerden Veranlassung giebt, bezieht sich auf zu weite Entfernung des Leinpfades von dem Fahr-er: er verdient ohne Zweifel um so mehr beachtet zu werden, er nicht so bald gehoben werden kann, weil die Dauer seines ehens von der Verlandung des alten Stromarmes abhängt. n nämlich auf dem neuen Ufer ein Leinpfad für Pferde ein-chtet ist, so wird man bei der Regulirung des Stromes immer üht sein, den tiefen Schlauch, den die Schiffe verfolgen sollen, lichst in die Nähe dieses Leinpfades zu bringen. Dieses ist ch in manchen Fällen durchaus unausführbar: wenn z. B. eln vorkommen und der nächst liegende Arm zur Darstellung s regelmässigen Stromlaufes ganz ungeeignet ist, und er er zur Verlandung gebracht werden muss, so wird die Zug-e über die Insel fort bis zu dem dahinter liegenden Leinpfade ührt werden müssen, und diese Unbequemlichkeit hört nicht her auf, als bis der zwischenliegende Arm stark verlandet ist, man sonach den Leinpfad hindurchlegen und über die Insel ren kann. Erbaut man niedrige Schwellen in diesem Arme, che ohne Zweifel die Verlandung am schnellsten herbeiführen, sie das Eintreiben und Ablagern des schweren Materials am sten befördern, so können gewöhnlich die Schiffe bei kleinem sser nicht mehr darüber fortgehn, und sie müssen vielmehr rend der Dauer dieses Wasserstandes sehr lange Leinen an-ken. Dabei kommt es häufig vor, dass sie mit solchen nicht ehn sind, sie also mit kürzeren durchzufahren versuchen, was r grosse Schwierigkeiten und oft auch wirkliche Gefahr für Leinpferde zur Folge hat, indem der Zug sehr schräge wirken daher ausserordentlich verstärkt werden muss. Der Uebel-nd wird besonders gross, wenn das Fahrwasser sich noch nicht

gehörig ausgebildet hat, und sehr enge und vielleicht a krümmte Rinnen verfolgt werden müssen. Die Schiffer, früherer Zeit ein solches Hinderniss an dieser Stelle nicht k bringen alsdann die härtesten Beschwerden und Klagen v der Baubeamte erhält nicht selten den Auftrag, den Uel zu beseitigen. Es entsteht nunmehr die Frage, wie di thun sei.

Je höher man die Schwellen in dem alten Arme anle so mehr verhindern sie seine Verlandung: und wie hoch auch immer legen mag, den Beschwerden der Schiffer ka doch nicht ausweichen, denn bei denjenigen Wasserständen, weder das Uebergehn der Pferde noch auch das der Schi diese Schwellen gestatten, bleibt der Leinpfad vom Fah weit entfernt. Man hilft sich häufig dadurch, dass ma Mittelweg einschlägt, und die Dämme bis zur Höhe des wassers heraufführt. Für das kleine Wasser ist alsd Uebelstand beseitigt, indem die Pferde während desselben Insel getrieben werden, aber sobald der höhere Wasserst tritt, werden die Klagen um so lauter, da der heftige St sich alsdann gleichfalls einstellt, die weite Entfernung d pfades von dem Fahrwasser um so nachtheiliger macht, un ein Aufenthalt der Schiffe in dieser Zeit wirklich gefähr indem man besonders im Spätherbste besorgen muss, d vor dem Eintritt des Eisganges oder Eisstandes ihren mungsort gar nicht erreichen. Die Schiffer verlangen in Falle immer, dass die Dämme in der vollen Leinpfadsh halten und in gleicher Höhe auch ein Leinpfad über d geführt werden soll. Dadurch wird ein vollständiges u sehr hohes Parallelwerk mit oberm und unterm Anschluss Ufer gefordert, welches eine Verlandung des alten Arm unmöglich macht. Der Bau bleibt also in diesem Falle f rend der Gefahr des Durchbruchs ausgesetzt, und die Aus der Ufer zur gehörigen Zusammenhaltung des höchsten W wird gleichfalls verhindert, wodurch wieder die Tiefe des arms immer bedroht bleibt.

In Fig. 88 ist ein solcher Leinpfad, der zugleich als ter Coupirungsdamm des Stromarmes dient, durch die pu Linien *A B* und *C D* angegeben: er muss sich natürlich

en der Richtung des Stromes anschliessen, damit der Weg, ie Pferde nehmen, von der Richtung des Zuges nicht zuweit cht. Dadurch wird der obere Damm ein declinantes Werk, las überstürzende Wasser greift das dahinter liegende Ufer stark an. Um dieses zu verhindern, sind an der Mosel in em Falle jedesmal noch die Anschlüsse *E* erbaut worden. n diese Leinpfadsdämme nicht höher als die Kronen der en, so ist es zweckmässig, die letztern noch vollständig zur ihrung zu bringen, um soviel wie möglich auf die Verlan- hinzuwirken: wenn aber der Leinpfad eine grössere Höhe ten muss, so werden die Buhnen fast ganz unwirksam, und eibt dann nichts übrig, als sich allein darauf zu beschränken, Beschädigungen, die hier niemals aufhören, immer wieder ibessern.

Haben die Schiffer indessen aus den bereits ausgeführten irungen die Ueberzeugung gewonnen, dass die Anlagen ihr s Interesse fördern, und dass solche vorübergehende Un- emlichkeiten durchaus unvermeidlich sind, wenn man günstigere ältnisse sicher herbeiführen will, wie sich dieses Vertrauen ntlich bei den Schiffern auf der Weser häufig zu erkennen ben hat, und wenn überdiess die Fahrzeuge nicht möglichst ig ausgerüstet sind, so ist der Baumeister nicht mehr ge- gen, wegen eines augenblicklichen Uebelstandes Maassregeln greifen, welche die nachhaltige Regulirung des Stromes ganz glich machen. Eine gänzliche Unterbrechung der Schifffahrt sich aber immer und selbst für kurze Zeiten vermeiden, man auch keine Leinpfade durch den alten Arm legt, und in folgender Art.

In vielen Fällen ist es schon zulässig, den Leinpfad auf das Ufer zu verlegen, oder wenigstens einen Hilfsleinpfad da- t einzurichten, der bei denjenigen Wasserständen, für welche chwierigkeit am grössten wird, benutzt werden kann. Wenn ferner die Coupirung *F* in Fig. 88 in der Höhe des niedri- Wassers angelegt hat, so können die Pferde beim kleinsten serstande, also in der Zeit, wenn das Innehalten des Fahr- sers am beschwerlichsten wird, über die Coupirung nach der l kommen. Das Schiff wird also, wenn es unterhalb der l angelangt ist, vor Anker gelegt oder am Ufer gegen beson-

dere Pfähle, die zu diesem Zwecke eingerammt sind, festgeh
die Pferde werden von der Leine gelöst und über die Co
nach dem untern Ende der Insel geführt. Indem man
wieder vorspannt, ziehen sie das Schiff bis zum obern E
Insel herauf. Das Schiff muss hier zum zweiten Male fe
werden, und die Pferde gehn nunmehr wieder nach dem Le
und zwar bis oberhalb der Insel herauf, wo der gewöhnli
fortgesetzt werden kann. Dieses Verfahren findet bei Ins
so geringer Ausdehnung, wie eine solche in der Figur da
ist, nicht leicht Anwendung. Die Schwierigkeit wird abe
grösser, je weiter die Insel sich längs dem Strome hinzi
dieses ist gerade der Fall, in welchem das Uebergehn de
um so nöthiger ist. Letzteres kann alsdann noch dad
leichtert werden, dass man statt einer Coupirung, zwei der
erbaut, und sonach die Pferde nicht den ganzen Weg zur
dürfen. Dieses Verfahren findet so lange statt, bis das
so hoch steigt, dass die starke Strömung auf den Cou
das Uebertreiben der Pferde verbietet. Alsdann muss n
längern Leine gefahren werden, welche die Insel überspa
etwas höhere Wasserstand macht hierbei aber schon das
Innehalten der tiefen Rinne entbehrlich, und das Sch
gemeinhin ziemlich nahe an der Insel fahren. Es geschie
dass die lange Leine alsdann über die Insel streicht, un
theils beschädigt, theils auch zurückgehalten wird: um d
vermeiden, muss ein Schiffsknecht auf die Insel gesetzt
der die Leine trägt oder sie löst, so oft sie einen Ge
gefasst hat. Steigt das Wasser noch höher, so gehn die
über die Coupirungen fort und fahren wie vor dem Ba
dem Leinpfade.

Sobald die Coupirungen eine merkliche Verlandung
haben und nur noch wenig über dem Bette des alten Arm
treten, so erhöht man sie aufs Neue um einige Fusse u
mehrt auch, wenn es nöthig ist, ihre Anzahl, um die Ver
möglichst zu beschleunigen. Dadurch wird es veranlass
die Periode, während welcher die Leine über die Insel
werden muss, bei einem höheren Wasserstande als früher
aber der neue Stromlauf hat sich schon mehr ausgebild
sonach ist seine beschränkte Breite und eben so auch die

mung in ihm verschwunden, was wieder den Zug erleichtert. nn endlich das alte Bett bei kleinem Wasser trocken geworden oder wenigstens an seinem obern und untern Theile sich k erhöht hat, so steht der vollständigen Durchführung des pfades über die Insel nichts mehr im Wege, insofern er dem ken Angriffe nicht mehr ausgesetzt ist, und das Interesse der iffahrt ist alsdann in jeder Beziehung gesichert.

Es darf kaum erwähnt werden, dass bei Anwendung dieses fahrens jede zulässige Hülfe der Schifffahrt geleistet werden te. Die bereits erwähnten Pfähle oder Schiffshalter dürfen ht fehlen, der Leinpfad auf der Insel selbst, sowie auch der bergang über die Coupirung muss möglichst bequem gemacht rden, ferner dürfen die Streichhölzer nicht fehlen, um das agenbleiben der Leine an einzelnen vorragenden Gegenständen verhindern. Demnächst muss man dafür sorgen, dass die Verndung des alten Armes soviel es geschehn kann, beschleunigt d, damit die Uebergangsperiode, die doch immer einige Jahre fasst, sich nicht zu lange ausdehnt. Jedenfalls verdient es r eine ernstliche Erwägung, ob man den neben dem Leinpfade ndlichen Arm abschliessen soll; wenn die übrigen Umstände e Wahl gestatten, wird man dieses nie thun, und selbst wenn Krümmungen und andere localen Verhältnisse dabei etwas stiger sein sollten, so wird der Vortheil, der aus der Verdung der erwähnten Schwierigkeiten entspringt, gewöhnlich überwiegenden Ausschlag in der Wahl des beizubehaltenden omarmes geben.

Das Vorstehende bezog sich auf die Bestimmung des neuen omlaufes und seiner beiden Ufer: dieselbe ist aber nicht auf jenige Stelle zu beschränken, wo es vielleicht an Tiefe mant, oder andere Umstände die Regulirung nothwendig machen, n muss sie vielmehr so weit fortsetzen, dass ein gehöriger schluss an die nächst unterhalb belegene Stromstrecke sich det, weil dadurch allein dem Entstehen neuer Unregelmässigiten vorgebeugt werden kann. Die neuen Uferlinien, welche rch die Köpfe der Einbaue bezeichnet werden, müssen demnach die folgenden Ufer übergehn. Wenn es sich daher trifft, dass e untere Stromstrecke bei grosser Breite hinreichende Tiefe hat, also die Fortsetzung der Einschränkung ganz überflüssig zu

sein scheint, so muss man diese dennoch wenigstens sowe
nehmen, dass die oberen engen Profile nur allmählig in di
tern übergehn. Unterlässt man diese Vorsicht, so bilde
unterhalb der regulirten Strecke und zwar gerade in dem
lichen Stromschlauche starke Ablagerungen von Kies oder
und sperren hier das Fahrwasser oder spalten es. Die
lagerungen bestehen aus demjenigen Material, welches l
Vertiefung und Verbreitung des neuen Bettes gelöst wurde
kann dieses sehr vortheilhaft beseitigen, wenn man die erw
untern Einbaue zur Ausführung gebracht hat, zwischen
es sich besonders stark aufzuhäufen pflegt.

Sind auf solche Weise die Uferlinien für die ganze z
lirende Strecke vollständig bezeichnet, so kommt es dar
die Bauwerke so anzuordnen und die sonstigen Anl
einzurichten, dass die Bildung der Ufer hier wirklich e
muss. Treten einzelne Theile der vorhandenen Ufer übe
Linien heraus, so muss man diese dem Angriffe des S
möglichst bloss stellen. In dem Beispiele, welches l
zeigt, geschieht dieses mit einem Theile der Insel, ma
also das Strauch, welches hier wächst, ausroden, damit das
wasser nicht abgehalten wird, daselbst das Strombette zu
Ausserdem muss man sich entscheiden, wo man die Uf
mittelbar darstellen, und wo man ihre Bildung dem Strom
lassen will, indem man durch Einbaue die Ablagerung d
terials befördert. Es ist bereits darauf aufmerksam g
worden, dass in scharfen Stromkrümmungen die Einbaue
wirksam und ausserdem der Schifffahrt nachtheilig sind, u
dieselben andrerseits, wenn sie sehr kurz sind, überhaupt
Erfolg haben. Man wird also wohl thun, an denjenigen S
wo die neue Uferlinie nicht weit vom bestehenden Ufer e
ist, eine unmittelbare Deckung vorzunehmen, wie di
dem gewählten Beispiele mit dem der Insel gegenüberlie
Ufer geschieht. Es ist schwer, eine bestimmte Grenze
Entfernung anzugeben, bis zu welcher man die Deckun
nehmen, und wo statt ihrer, Einbaue gewählt werden m
Die Vergleichung der Kosten zwischen beiden giebt in
Fällen diese Grenze an, doch darf man dabei auch nic
beachtet lassen, dass die kürzern Einbaue wieder näher a

r gerückt werden müssen, wenn sie ihren Zweck erfüllen n, wie dieses im gewählten Beispiele bei *G* geschehn ist. Rhein zeigen sich die Einbaue unwirksam, wenn sie nur s 5 Ruthen lang sind, man kann daher annehmen, dass ihre ge bei sehr grossen Strömen wenigstens dem zwanzigsten ile der Breite desselben gleich sein muss: bei kleineren Strö-r wird man aber nicht unter den fünfzehnten oder zehnten il herabgehn dürfen. Diese Regel bezieht sich nur auf die chschnittliche Länge der Buhnen, einzelne unter ihnen und ntlich die ersten oder letzten in einem Systeme, dürfen ohne eifel auch kürzer ausfallen, wenn dieses der Zug der Ufer-n verlangt.

In Betreff der Anordnung der Einbaue ist noch deren Ent-nung von einander, sowie auch ihre Höhe, näher zu unter-chen. Häufig nimmt man an, dass die Entfernung der nbaue nur durch die Länge derselben bedingt wird, und man gt zu sagen, dass jene nicht mehr als das Vier- bis Sechs-he von dieser betragen müsse. Die Wirksamkeit der Buhnen f die gehörige Leitung des Stromes, sowie auch auf die Ver-dung, hängt indessen davon ab, dass der Strom sich nicht schen sie stark hineinwerfen kann, und hierbei ist ohne Zweifel Breite des Stroms, demnächst aber auch seine Richtung gegen zu verbauende Ufer von wesentlichem Einfluss. Was den en Umstand betrifft, so kann man vor den convexen und st vor den geraden Ufern die Entfernung der Buhnen von nder bedeutend grösser annehmen, als vor den concaven Ufern, das Wasser in Folge seines Beharrungsvermögens zwischen letztern weit stärker hineingewiesen wird, als zwischen die ern. Doch kommt es hierbei nicht allein auf das wirkliche r oder die Begränzung des eigentlichen Bettes an, vielmehr ingen häufig die darin befindlichen Untiefen eben so, oder l noch mehr die Richtung des Stromes. So geschieht es nicht ten, dass an einer Stelle des Buhnensystems der Strom stark dringt, und man, um diesen abzuhalten, hier noch später ein erk dazwischen legen muss.

Bei kleineren Strömen, wie bei der Mosel, der Weser und ern, kann die Entfernung der Buhnen unter sich etwa drei theile von der Breite des Strombettes betragen, bei dem Rhein

dagegen unterstützen sie sich gegenseitig nur wenig, wenn ihr Abstand der halben Breite des Stromes gleichkommt, und es ist daher vortheilhafter, sie nur in Abständen zu erbauen, welche den dritten Theil der Breite betragen. Diese Verhältnisse darf man indessen keineswegs als allgemein gültig ansehn, sie erleiden vielfache Modificationen, theils nach der Richtung der Ufer, theils aber auch nach der Länge der Buhnen: fallen dieselben nämlich sehr kurz aus, so muss man sie näher zusammen legen, und wenn sie im Gegentheil sehr lang sind, so ist es vortheilhaft, anfangs nur etwa eine um die andere zu erbauen, und erst später, nachdem zwischen ihnen eine starke Verlandung sich bereits erzeugt hat, die noch fehlenden auszuführen. Der Bau der letztern wird dadurch um Vieles erleichtert.

Silberschlag*) theilt eine Regel zur Bestimmung der Entfernung der Buhnen mit, welche auch von spätern Schriftstellern noch empfohlen ist, und häufig als sehr praktisch gerühmt wird. Sie besteht darin, dass man einen Körper vor der fertigen Buhne vorbeischwimmen lässt und zusieht, wo derselbe sich wieder dem Ufer nähert. An der Stelle, wo dieses geschieht, soll man die nächste Buhne erbauen. Das Mittel ist indessen theils an sich sehr unsicher, und offenbar berücksichtigt man dabei nur die Verhältnisse, wie sie gerade in der Zeit des Baues stattfinden, nicht aber die Veränderungen, die in Folge der Bauten eintreten. Ausserdem ist es hiernach gar nicht möglich, schon vorher die Werke zu veranschlagen, und den dazu erforderlichen Materialbedarf zu kennen. Endlich kann eine solche Regel auch nur Anwendung finden, wenn es sich allein um den Schutz der Ufer handelt: für die eigentliche Stromregulirung giebt sie gewiss keine Norm ab.

Häufig legt man die Buhnen, wenn solche an beiden Ufern erbaut werden, einander gerade gegenüber: hierzu ist aber im Allgemeinen durchaus kein Grund vorhanden, und es wird deren Anzahl dadurch unnöthiger Weise vergrössert, indem sie vor den convexen Ufern nicht so nahe, als vor den concaven Ufern zu liegen brauchen.

*) Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik I. Theil §. 134.

Die Höhe der Buhnen ist vom wesentlichsten Einfluss auf Wirksamkeit. Die Buhnen sollen das Bett und zugleich die r ausbilden, das niedrige Wasser zusammenhalten, und das hwasser auch in den eigentlichen Stromschlauch weisen. Eren die Buhnen, wie es gewöhnlich geschieht, eine ganz horitale Krone, so ist es schwer, diese Wirkungen unmittelbar r mittelbar durch sie herbeizuführen. Will man nämlich ihre rksamkeit nicht zu sehr schwächen, so darf man in diesem le die Kronenhöhe nicht zu niedrig annehmen, und wenigstens d sie über das niedrige Wasser treffen müssen. Diese grössere he erlaubt es nicht, die Breite des Stromes stark zu beschränn, weil dadurch bei einem Wasserstande, der etwas höher ist die Kronen der Buhnen liegen, das Profil zu klein ausfallen rde. Es folgt hieraus, dass Buhnen dieser Art bei kleinem asser dasselbe nicht gehörig zusammenhalten und gemeinhin e unregelmässige Rinne zwischen sich bilden. Steigt das asser bis zu ihrer Krone oder etwas darüber, so äussern sie e sehr starke Wirkung und namentlich erzeugen sie vor ihren öpfen tiefe Auskolkungen und in ihrer ganzen Länge ein starkes ufstauen des Wassers. Letzteres verursacht einen heftigen Uersturz, und da dieser immer gleichzeitig in ihrer ganzen Länge folgt, so bildet sich dadurch auf ihrer untern Seite eine tiefe inne, worin sich der Strom concentrirt, und theils den Widerom befördert, theils aber auch für die Buhnen selbst sehr gehrlich wird. Einige Ungleichmässigkeit in der Höhe der Krone ursacht aber einen verstärkten Angriff auf die schadhafte Stelle, dass daselbst bald ein Durchbruch zu erwarten ist. Wenn dlich das Wasser höher steigt, so hört in der ganzen Länge r Buhne ihre Wirksamkeit gleichmässig auf, und die Strömung s Hochwassers wird durch andere zufällige Umstände bedingt, dass der sehr wichtige Zweck, diese Strömung im eigentlichen tte zu vereinigen, gleichfalls vereitelt wird.

Ganz anders sind alle Verhältnisse, wenn man die bereits en als besonders vortheilhaft bezeichnete Anordnung wählt, und Buhne in stätiger Ansteigung, von der Sohle des Stromttes ab, nach dem Ufer sich erheben lässt. Je niedriger der asserstand ist, um so stärker wird alsdann die Breite beschränkt, letztere nimmt aber immer ganz regelmässig zu, wie das

Wasser steigt, und jeder Theil der Krone wirkt nach un
als Kopf der Buhne, so dass die Umstände sich mit dem W
des Wasserstandes immer verändern. Nirgend können
Vertiefungen entstehn und eben so wenig ist irgend eine
in dem abgeschlossenen Theile des Strombettes für das s
Geschiebe ganz unzugänglich geworden. Endlich nimm
beim Hochwasser die Tiefe nach dem Ufer hin regelmäs
und sonach concentrirt sich alsdann noch immer die s
Strömung in demselben Schlauche, worin das niedrigste
fliesst, und eine starke Ablagerung des Materials wi
unmöglich.

Man hat die letzte Anordnung, soviel mir bekannt, n
ganz vollständig zur Ausführung gebracht, obwohl die
an der Mosel und Saar sich derselben sehr nähern. Sie
nämlich nach dem Ufer stark an, und ihr Kopf ist theils
schon flach gehalten, theils aber hat man sie noch dur
auslaufende Steinschüttungen verlängert, und auf diese We
noch stärkere Beschränkung des Bettes bewirkt, sobald di
führte Wassermenge sehr geringe wird. Die bezeichnet
der Buhnen ist sonach keineswegs als eine Idee zu betr
die noch nie zur Ausführung gekommen wäre: sie hat sic
mehr bereits sehr vortheilhaft bewährt, und es ist mir kei
spiel einer Stromregulirung bekannt geworden, wobei in so
Zeit, wie an der Mosel und namentlich im Trierer Regie
bezirke eine vollständige Umgestaltung des Strombettes g
der gewünschten Weise erreicht worden wäre.

Gewöhnlich erbaut man die Buhnen mit ganz horiz
Krone oder doch nur mit sehr geringer Ansteigung, und
dem mit einem steil abfallenden, scharf markirten Kopfe.
ist hierzu auch häufig durch die Wahl des Materials gezw
und namentlich, wenn der gewöhnliche Packwerksbau aus
nen und Erde bestehend, mit einer bepflanzten Krone
wendung kommt. Damit nämlich die Pflanzung gedeihe
darf die Krone weder vom Wasser zu lange bedeckt werde
auch sich bedeutend darüber erheben. Im ersten Falle
das Leben im Weidenstrauch, im letztern fehlt es den W
an der erforderlichen Feuchtigkeit, das Strauch verdorrt
Körper der Buhne verrottet. Dazu kommt noch, dass diese

Darstellung flacher Köpfe oder überhaupt flacher Dossirungen
möglich macht. Die Faschinen erhalten nämlich dabei nur durch
darauf geschüttete Erde eine gesicherte Lage, und die Erde
der wird sogleich vom Strome fortgespühlt, wenn sie nicht
ch Strauch bedeckt ist. Auf diese Weise fallen die Böschungen
ner sehr steil aus, man kann ihnen nur etwa die einfache An-
ge geben, oder sie unter 45 Graden gegen den Horizont neigen,
d selbst eine solche Neigung pflegt sich namentlich vor dem
opfe des Werkes nicht zu erhalten. Die Höhe, in welcher das
eidenstrauch gedeiht, ist durch sehr enge Grenzen bezeichnet,
von den Wasserständen des Stromes abhängen. Eine Be-
ckung des Strauches durch hohes Wasser, wenn es nur kurze
it dauert, und namentlich im Winter, ist demselben wenig nach-
ilig, sobald aber das Laub sich zeigt, wird eine Ueberströmung,
n sie auch nur kürzere Zeit dauert, sehr nachtheilig: und
derseits ist der lockre Körper eines Packwerksbaues Veranlas-
ng, dass bei kleinem Wasser eine vollständige Austrocknung
s obern Theiles erfolgt. Aus diesen Gründen ist man gezwun-
n, die Krone der Buhne zwischen 1 und 2 Fuss über das nie-
ige Wasser zu legen, und ssnach hat man keine Gelegenheit,
r eine merkliche Ansteigung nach dem Ufer zu geben. Es
eignet sich aber, wenn man eine solche dennoch einführen will,
hr leicht der ungünstige Umstand, dass in der Nähe des Kopfes
s Weidenstrauch viel kräftiger anwächst, als an der Wurzel
d sonach am Kopfe auch weit mehr Sand und Erde aus dem
rome sich niederschlägt, als neben dem Ufer, wodurch nach
d nach eine Erhöhung der Buhne an ihrem äussern Ende
folgt, welche ihren Durchbruch besorgen lässt. Die Unregel-
ässigkeiten im Anwachsen der Weiden, besonders auf dem an
ch so losen Körper eines Packwerkes, beeinträchtigen überhaupt
e Dauer und Wirksamkeit der Buhnen ausserordentlich, und
achen wenigstens eine ununterbrochene Aufmerksamkeit und Nach-
ilfe nothwendig. Insofern das Strauch zum Schutze der Krone
nentbehrlich ist, kann man die Bepflanzung freilich nicht unter-
ssen, aber man darf durchaus nicht von der Ansicht ausgehn,
s ob jedes kräftige Anwachsen des Strauches, wo dieses auch
rkommen möge, vortheilhaft sei. Wenn es stellenweise dem
trome den Zugang sperrt, so verhindert es zugleich die Aus-

füllung der dahinter noch liegenden tiefen Rinnen, und das I kann sich nicht mehr regelmässig ausbilden. Weit vortheilh ist es, den Faschinenkörper, statt der Pflanzung, durch eine Ste decke zu sichern, welche die eingeführte Kronenhöhe nor und es zugleich möglich macht, dieselbe in jeder beliebigen H zu legen. Ausserdem widersteht eine solche auch dem Andr eines heftigen Stromes und namentlich dem Eise viel sich als der lose Packwerksbau mit der Pflanzung. Die Kosten ersten Anlage können dadurch allerdings in vielen Fällen aus ordentlich gesteigert werden, aber wenn man die Wirksamkeit Werke und die Kosten der Reparaturen vergleicht, so wird wohl jedesmal zur Ueberzeugung kommen, dass es vortheilh gewesen wäre, sogleich die Steindecke gewählt zu haben.

Endlich muss bei Gelegenheit der Kronenhöhe der Bu auch noch der bereits angeführte Umstand berührt werden, dieselbe niemals die Uferhöhe übersteigen darf. Indem die Ausbildung der Ufer ein wesentlicher Zweck der Stromr lirung ist, so wird man seine Aufmerksamkeit auch sog darauf zu richten haben, die besonders niedrigen Uferstellen die Niederschläge aus dem Wasser zu erhöhen, oder auf selben Anlagen auszuführen, die zur Zeit des Hochwasse ähnlicher Weise wie Buhnen wirken, wenn ihre Construction von dieser wesentlich abweicht. Besonders kommt es häufig dass ein starker Strom des Hochwassers den gekrümmten des eigentlichen Bettes ganz verlässt und auf dem kürzern W das letzte weiter unterhalb wieder erreicht. Man muss als diesen Strom in der Art coupiren, dass das zwischenlieg Terrain sich wenigstens theilweise erhöhen hann. Man darf meinhin nicht besorgen, dass hierdurch die Vorfluth behin werden möchte, denn die Ausbildung des eigentlichen Strombe pflegt die Abführung des Wassers immer soweit zu erleich dass keine stärkern Anschwellungen, als früher, für die o Gegenden zu besorgen sind. Die Zurückführung des Hochwas in das Bette ist aber nothwendig, um letzteres vor starken V flächungen zur Zeit der Anschwellung sicher zu stellen.

Es verdient kaum erwähnt zu werden, dass die Einbaue n Maassgabe des stärkeren oder schwächeren Stromanfalles, sie ausgesetzt sind, auch mehr oder minder fest ausgeführt wer

n. Alle diejenigen Werke, welche vom eigentlichen Strom- getroffen werden, oder in der Nähe desselben liegen, erfor- eine sehr solide Construction, andere dagegen und ntlich diejenigen, welche auf geringer Wassertiefe und vor xen Ufern erbaut werden, kann man viel schwächer halten häufig genügt es, wenn diese nur aus doppelten oder auch aus einfachen Flechtzäunen bestehn, wovon an der Weser em günstigsten Erfolge vielfach Gebrauch gemacht ist. Wenn auch zuweilen durchbrochen werden, so ist es beim Wieder- tt des niedrigen Wassers sehr leicht, sie wieder herzustellen. er Wahl der Constructionsart kommt es auch in hohem Grade len Umstand an, ob man erwarten kann, dass die ausge- er Werke in Kurzem eine ansehnliche Verlandung hervor- en werden. Ist hierzu die Hoffnung vorhanden, so ist es o weniger nöthig, sie besonders stark zu machen, da sie während kurzer Zeit Widerstand zu leisten brauchen. In r Weise rechtfertigt es sich auch, dass man zuweilen die hiedenen Theile derselben Buhne sehr verschieden ausführt: ommt es z. B. an der Weser wiederholentlich vor, dass doppelte htzäune den eigentlichen Buhnenkörper bilden, der Kopf aber ollständiger Packwerksbau ist, weil er dem dauernden An- des Stromes ausgesetzt bleibt. Wenn man hierbei den schon r erwähnten Umstand berücksichtigt, dass nämlich der Angriff ı ein Werk immer um so geringer ausfällt, je weniger dieses gewaltsame Aenderung des Stromlaufes bedingt, so liegt ı wieder ein wesentlicher Vortheil in der Wahl solcher An- , die eine ganz allmählige Umgestaltung der Verhältnisse ecken: gerade durch diese erreicht man aber die regel- igste Ausbildung der Ufer, und die Erfolge, welche sie ver- sen, stellen sich immer sehr schnell ein. Es ist dabei freilich ur vollständigen Herbeiführung dieser Erfolge eine grosse erksamkeit erforderlich, damit nicht etwa die Werke zerstört dadurch Strömungen veranlasst werden, die neue Unordnungen eiführen, aber wenn man diese Vorsicht nicht fehlen lässt, so solche leichte und niedrige Werke ganz besonders geeignet, namentlich in kleinern Strömen manche Untiefen mit den ge- sten Kosten zu beseitigen. Es giebt hiervon in dem Preussi- n Antheile der Weser vielfache Beispiele. Für diese erwähnten

Zäune oder andern leichten Werke gelten übrigens dieselben Regeln, wie für die Buhnen, und namentlich müssen sie immer eine solche Richtung erhalten, dass sie das Material, welches die Strömung ihnen zuführt, am vollständigsten auffangen und es am regelmässigsten vertheilen. In dem Beispiele, welches Fig. 88 darstellt, dürften die mit *H* bezeichneten Werke nur aus Flechtzäunen bestehen, und ebenso auch wäre es nur erforderlich, von den mit *G* bezeichneten Einbauen eines um das andere als Buhne auszubauen, und für die dazwischen liegenden wieder die leichte Constructionsart zu wählen.

Nachdem die verschiedenen Werke beschrieben sind, welche zur Regulirung solcher Stromstrecken dienen, in welchen man kein besonders starkes Gefälle erhalten will, ist es nöthig, noch die Reihenfolge der Bauten an einem Beispiele zu zeigen. Ich wähle wieder das in Fig. 88 dargestellte, und setze zunächst voraus, dass es Absicht ist, die sämmtlichen Bauten ohne Unterbrechung, also in einem Sommer auszuführen. Am passendsten würde es sein, noch vor der Erbauung derjenigen Werke, welche den Strom in den rechtseitigen Arm weisen sollen, dem ferneren Uferabbruch in demselben der Insel gegenüber zu begegnen, und sonach das Deckwerk am rechten Ufer zuerst zur Ausführung zu bringen. Gleichzeitig kann man indessen auch das Weidengesträuch auf der Insel bis zur künftigen Uferlinie ausroden, um bei etwa eintretendem Hochwasser wenigstens eine fernere Erhöhung hier zu verhindern. Demnächst sind die drei obern mit *I* bezeichneten Buhnen anzulegen, wodurch die nächste Veranlassung aufgehoben wird, welche den Strom vorzugsweise in den linkseitigen Arm hineinwies. Eine plötzliche Umänderung des Bettes, welche der Schifffahrt nachtheilig werden könnte, ist hierbei noch nicht zu erwarten, wohl aber werden diese Bauten schon einigermaassen die Regulirung einleiten. Die dritte von diesen Buhnen könnte, wenn die beiden erstern sich gehörig wirksam zeigen, schon viel leichter construirt werden, da sie später keinem starken Angriffe ausgesetzt bleibt, und selbst die beiden obern einen solchen auch nur während der Dauer des Baues erwarten lassen.

Wenn die erwähnten Anlagen fertig sind, muss man den linken Arm schliessen: wollte man zu diesem Zwecke zum

nen *K* ausführen, so würde die vor dem Kopfe jeder ein- entstehende Vertiefung den Zudrang des Wassers in den rmehren, man muss also mit der Coupirung *F* den Anfang . Dieselbe sperrt aber den bisherigen Schifffahrtsweg, und er andere Arm nicht hinreichende Wassertiefe hat, so muss itig die Ausbaggerung einer Rinne *L M* durch die Sand- orgenommen werden, und man kann das hierbei gewonnene l sogleich sehr vortheilhaft beim Bau der Coupirung und hnen verwenden, falls es sich hierzu überhaupt eignet. upirung muss so hoch gehalten werden, dass sie den itt des Wassers und sonach die Strömung in diesem Arme , so lange die Buhnen das Wasser abweisen. Man wird in ihrer Mitte eben so hoch halten, wie der Kopf der liegt, vorausgesetzt, dass diese wie gewöhnlich einen mar- Kopf haben. Nunmehr bildet sich eine viel stärkere Strö- urch den rechtseitigen Arm und um diese gehörig hinein- , muss man eilen, die Buhnen *K* zur Ausführung zu . Ist dieses aber geschehn, so muss man zusehn, ob der zunächst unterhalb der Insel sich mehr nach dem rechten, m linken Ufer wendet, und hiervon hängt es ab, ob man lie Buhnen *G* oder die gegenüberliegenden *N* erbaut. Die ezeichneten können am spätesten zur Ausführung kommen. enn man dagegen keine Aussicht hat, den Bau in einem beendigen, so wird für das vorliegende Beispiel die Rei- e der Arbeiten ziemlich unverändert bleiben. Die Deckung brüchigen Ufers, die Beseitigung des Weidengesträuches n vortretenden Theile der Insel und die Coupirung, muss lls im ersten Jahre zur Ausführung kommen, weil ohne le übrigen Anlagen ganz erfolglos bleiben und sogar nach- sein würden. Auch die Erbauung der Buhnen *I* kann ich dazu beitragen, dass die Verhältnisse sich schon wäh- es ersten Hochwassers günstiger ausbilden. Man kann diesem Falle auf die Erhöhung des Bettes in dem abzu- senden Arme weit vortheilhafter hinwirken, wenn man die ung zunächst niedriger hält, und ihr erst im folgenden lie volle Höhe giebt. Sobald man indessen die Coupirung , muss auch die Rinne ausgebaggert werden, damit die ahrt keine Unterbrechung leidet: dabei kann es allerdings

geschehn, dass diese Rinne durch das Hochwasser wieder worfen wird, und man sonach im nächsten Jahre gezwung sie aufs Neue zu eröffnen.

Das Vorstehende bezieht sich nur auf die ersten und tigsten Anlagen, die bei einer Regulirung vorkommen: zu ständigen Darstellung der Ufer sind jedesmal noch vi Nebenarbeiten erforderlich, die indessen theils an sich deutender sind, theils aber, indem sie von zufälligen Ums abhängen, nicht speciell im ersten Entwurfe aufgenommen können. Der ausführende Baumeister wird also jedesmal einzelnen Baustellen sehr aufmerksam bleiben und so oft d legenheit dazu sich darbietet, die erforderlichen Vorkeh treffen müssen, um den ganzen beabsichtigten Erfolg mö schnell herbeizuführen. Aber schon während der Ausführu Hauptwerke geben sich oft Umstände zu erkennen, die ma vorhersehn konnte. Hierher gehört nicht nur die Verän des Bettes, welche vielleicht in der Zwischenzeit eingetre sondern auch die Wirkung, welche die ersten Buhnen s bei ihrer Ausführung auf den Strom zeigen. In dem Bei welches die Figur darstellt, ist die Entfernung der Buhne einander geringer angenommen, als sie gewöhnlich zu sein man darf also in diesem Falle nicht besorgen, dass man andere Buhnen dazwischen legen müsse. In der Wirkl kommt dieser Fall nicht selten vor, und die Nothwendigk Vermehrung der Buhnen lässt sich zuweilen schon währe Ausführung des Baues erkennen, während sie sich in den m Fällen erst später mit Sicherheit herausstellt. Im Allgem darf man wohl annehmen, dass das Project sich nach einer tigen und vollständigen Stromcharte und nach den sonstig demselben Strome gemachten Erfahrungen sicherer beurtheilen als nach den Erscheinungen, die während des Baues vorkom insofern die letzteren zu sehr durch die Verhältnisse bedingt die zur Zeit gerade stattfinden, und die sich häufig sehr verändern. Aus diesem Grunde ist es auch gewiss zweckmä dass man das Project, soweit es ohne Unterbrechung zur führung kommen soll, vollständig ausarbeitet, mit gen Bezeichnung der Stelle, Richtung und Länge aller einzelnen W und bei der Ausführung ganz genau hiernach verfährt. Nur

e Störung der Schifffahrt zu besorgen ist, wird eine alsbaldige ülfe dringend nöthig: es kommt nämlich zuweilen vor, dass h vor den Köpfen der Buhnen oder zwischen zwei Buhnen male und unregelmässige Rinnen bilden, und zur Seite der-ben sehr hohe Bänke sich ablagern, so dass die Schiffer nicht durch fahren können. Dieser Uebelstand pflegt zwar beim ten höhern Wasserstande wieder zu verschwinden, aber da man en solchen nicht abwarten darf, so muss man in diesem Falle ch andere Anlagen ausführen, die im Projecte nicht vorgesehn ren. Dahin gehört besonders die Aufräumung des Bettes, auch hl die Erbauung leichter Zwischenwerke, und besonders wirksam egen in solchem Falle Flügel oder kurze Parallelwerke zu sein, man von den Buhnenköpfen stromabwärts zieht. Die Noth-ndigkeit solcher nachträglichen Ausführungen tritt indessen nur lten ein, besonders wenn man bereits einige Erfahrungen an nselben Strome gesammelt hat, und die Localverhältnisse, wie beim Beginne des Baues stattfinden, im Projecte gehörig be-cksichtigt waren.

Anders verhält es sich mit denjenigen kleineren Anlagen, che behufs der gleichmässigen Ablagerung des Materials später rderlich werden. Sie kommen erst zur Ausführung, sobald ke Verflächungen in dem abgeschlossenen Theile des Strom-es sich zeigen, welche verbreitet und erhöht und besonders an Ufer angeschlossen werden müssen. Am nöthigsten ist es, tieferen Rinnen zu schliessen, welche zwischen diesen Ver-lungen und dem Ufer oder den Buhnen noch offen bleiben, welche jedesmal zeigen, dass daselbst eine stärkere Strömung durchgeht. Um diese Strömung zu unterbrechen und die Ab-erung des Materials zu veranlassen, muss man wieder in ähn-ler Weise, wie beim Absperren ganzer Flussarme verfahren. ses geschieht, wenn die Tiefe bedeutend ist, durch Werke, lche in ihrer Constructionsart mit den Buhnen übereinstimmen, wohl man die Dimensionen in diesem Falle gemeinhin viel ringer annimmt. Wenn indessen das System der Hauptregu-ungswerke gehörig angeordnet war, so pflegt die Ablagerung s Materials schon von selbst ziemlich gleichmässig zu erfolgen, dass die Rinnen nur geringe Tiefe behalten und sich daher el wohlfeiler und zugleich auch wirksamer durch Flechtzäune

schliessen lassen. Am meisten wird die Verlandung durch das Anpflanzen von Strauch befördert, und man pflegt daher ein solches sogleich vorzunehmen und es immer möglichst weit auszudehnen, sobald der Grund nur die erforderliche Höhe erreicht hat. Man geht indessen mit diesen Pflanzungen oft weiter vor, als es nützlich ist. Es ist schon oben bemerkt worden, dass der Strom die stärkste Verlandung immer in der unmittelbaren Nähe seiner Ufer zu erzeugen pflegt. Dasselbe geschieht auch in diesem Falle; die neuen Ufer bilden sich unmittelbar neben dem Strome in grosser Höhe aus, während der dahinter liegende Theil des ehemaligen Strombettes vielleicht noch gar nicht trocken geworden ist, und eine heftige Strömung sich noch bei jedem Hochwasser darin einstellt. Wenn das Letzte der Fall ist, so pflegt eine unregelmässige Anordnung oder eine unvollständige Unterhaltung der Buhnen daran Schuld zu sein, aber jedenfalls muss man, sobald die Verlandung stellenweise schon über Wasser liegt, darauf hinwirken, dass das fernere Aufwachsen des Bodens möglichst gleichmässig erfolge. Um dasselbe an den tiefen Stellen zu befördern, darf die Verlandung an den höhern Stellen nicht zu schnell vorschreiten. Wenn die letztern dem Strome den Zutritt zu den noch bleibenden Vertiefungen abschliessen, so kann auch keine weitere Verlandung in diesen erfolgen, weil das Wasser, sobald es nur durch ausgedehnte Buschpflanzungen hineintreten kann, schon durch diese in seiner Bewegung so sehr gehemmt wird, dass es nicht nur die gröbern Stoffe, sondern auch Kies und Sand vorher fallen lässt. Man muss sonach bei Ausführung der Flechtzäune und Pflanzungen immer darauf Rücksicht nehmen, dass zur Zeit des höhern Wasserstandes offene Verbindungen zwischen dem Strome und den zu verlandenden Stellen bleiben, und zwar ist es nothwendig, dass diese Verbindungen sogar doppelt sind, damit das Wasser nicht nur bei jeder Anschwellung einmal das Bassin anfüllt, sondern dauernd hindurchströmt und sonach ununterbrochen die schwereren Stoffe darin absetzt. Der Erfolg, den man herbeiführen will, ist nichts anderes, als eine Colmation, und die oben (Theil I. §. 29) dafür angegebenen Regeln finden auch hier ihre Anwendung. Es darf kaum erwähnt werden, dass wenn der Anwuchs des Strauches sich so au dehnt und eine solche Erhöhung des Bodens neben dem Str

-ugt haben sollte, dass dadurch die Colmation der dahinter -enden Stellen verhindert wird, man nicht nur das Strauch -lenweise beseitigen, sondern vielleicht auch Gräben durch die -chen Verlandungen hindurchziehn muss. Dabei kommt es aber -t nur darauf an, den hintern Theil des Ufers eben so hoch -halten, wie derjenige unmittelbar neben dem Strome es ist, -dern jener muss sogar noch höher sein, damit das flach ge-achte Ufer sich regelmässig darstellt. In dieser Beziehung ist durchaus nicht rathsam, die Verlandungen zunächst dem Strome -ich anfangs möglichst zu befördern, dieselben lassen sich ohne -ühe auch später noch darstellen, wogegen die Erhöhung der -tern Uferstrecken viel schwieriger wird, wenn jene sich schon -llständig ausgebildet haben. Die Strauchpflanzungen pflegt -n nur so lange zu erhalten, bis der Boden für die Gras-ltur hoch genug angewachsen ist. Die letztere giebt nicht -r einen grössern Ertrag, sondern sie pflegt auch die starken -d unregelmässigen Sandablagerungen zu verhindern, welche das -eidenstrauch immer erzeugt.

Bisher ist vorausgesetzt worden, dass das Gefälle auf längere -omstrecken vertheilt werden darf, und die Beibehaltung eines -r starken Gefälles auf einer bestimmten Stelle nicht erforderlich Bei Gebirgsströmen giebt man sich jedoch häufig ge-ngen, den Wasserstand oberhalb der zu corrigirenden Strecke -einer vollen Höhe zu erhalten, oder ihn wohl gar noch mehr -rheben, um nicht etwa andere Schifffahrtshindernisse wegen -gelnder Fahrtiefe zu erzeugen, welche eben so nachtheilig würden, als diejenigen, die man beseitigen will. Wenn -leicht durch Wehre das Gefälle schon stark concentrirt ist, so -sen daneben besondere Anlagen zur Ausführung kommen, -che das Uebergehn der Schiffe aus dem einen Wasserspiegel -den andern möglich machen. Dieses sind entweder Schiffs-leusen, oder Schiffsdurchlässe. Von beiden soll später die -de sein. Hier sind nur diejenigen Vorrichtungen zu erwähnen, -lche den Strom etwas aufstauen, ohne ihn zu sperren.

Der Stau wird erzeugt durch Beschränkung des Profiles, -d zwar muss diese, wenn man nicht einen plötzlichen Wasser-urz bilden will, auf eine grössere Länge ausgedehnt werden. -e Vermehrung des relativen Gefälles verursacht einen verstärkten

Angriff auf das Bette und die Ufer. Letztere werden durch die Einbaue oder Parallelwerke gebildet, man kann ihnen daher die erforderliche Widerstandsfähigkeit geben. Das Bette dagegen muss an sich fest sein: es muss also entweder aus sehr schwerem Geschiebe oder aus gewachsnem Felsboden bestehn. Nur in seltnen Fällen ist es versucht worden, einen leichten Boden mittelst durchgelegter Steinschwellen vor Vertiefung zu sichern. Wenn man auf leichterm Sandgrunde ohne diese Vorsicht die starke Einschränkung anwenden wollte, so würde in gleicher Weise, wie bei der gewöhnlichen Stromregulirung, eine starke Vertiefung eintreten, welche den Abfluss des Wassers wieder befördert, und dadurch den Zweck der Anlage vereitelt.

Es entsteht zunächst die Frage, welches **Gefälle** man ohne grosse Unbequemlichkeit oder Gefahr für die Schifffahrt noch einführen darf. Auf Strömen, welche noch nicht regulirt waren, habe ich mehrfach gefunden, dass die Schifffahrt noch keine Unterbrechung fand, wenn das relative Gefälle auch stellenweise 1:[illegible] und selbst 1:500 war. Es muss alsdann aber die Fahrrinne sehr gerade sein, damit das Schiff beim Herabtreiben leicht darin gehalten werden kann, und bei der Bergfahrt tritt die Nothwendigkeit ein, die Schiffszüge zu trennen, und die Fahrzeuge einzeln mittelst des ganzen Vorspannes hindurchzuziehn, oder wenn die Schiffe überhaupt schon einzeln fahren, so wartet das ankommende Schiff unterhalb der Stromschnelle auf ein folgendes, während das andere auf gleiche Weise ihm später folgt. Ohne Zweifel verursacht dieses einen Aufenthalt von mehrern Stunden, und derselbe kann sich noch weit länger ausdehnen, wenn das zweite Schiff nicht sobald nachfolgt. Bei der Regulirung des Stromes müssen solche ungünstige Verhältnisse wo möglich beseitigt werden. Bei einem relativen Gefälle von 1:800 fahren die Schiffe schon mit einfachem Vorspann herauf, doch darf die Stromschnelle nicht gar zu lang sein, weil die Pferde sonst wegen der zu grossen Anstrengung ermüden Auf eine geringe Länge von etwa 100 Ruthen veranlasst indessen bei dieser Neigung der Zug noch keine besondere Unbequemlichkeit, und es ist nur Bedingung, dass überall die erforderliche Wassertiefe vorhanden, und der Fahrweg nicht scharf gekrümmt sei. Wenn man bei Entfernung solchen Projectes die **erforderliche Breite** für das Fahr

r die Einschränkung berechnen will, so ist die mittlere Tiefe, relative Gefälle und die Wassermenge zur Zeit des kleinsten ssers bekannt, es fragt sich aber, ob bei einer so starken ömung noch die Bewegung des Wassers als gleichförmig anzu- n sei und ob man nicht vielmehr eine starke Beschleunigung ür annehmen müsse. Eine solche würde sich durch eine eben merkliche Verkleinerung der Profile von oben nach unten zu kennen geben, die ich bei solchen Stromschnellen indessen nie merkt habe. Es steht also der Benutzung jener allgemeinen rmel auch in diesem Falle nichts im Wege, nur ist es zweifel- ft, ob der constante Faktor noch ungefähr eben so gross aus- llt, wie er für sanftere Strömungen gefunden wurde. Genaue tersuchungen hierüber haben ihre grosse Schwierigkeit, weil i solchen Stromschnellen das Bett sehr unregelmässig sich aus- bilden pflegt: aus manchen beiläufigen Messungen, die hierüber gestellt sind, ergiebt es sich aber, dass k sehr viel kleiner, früher ist, und bis auf die Zahl 60 oder 50 herabzusinken egt. Der Grund davon liegt offenbar in den sehr verstärkten ern Bewegungen, die sich auch durch eine auffallende Uneben- it des Wasserspiegels zu erkennen geben.

Die Einschränkung kann entweder durch *Parallelwerke* r durch Einbaue bewirkt werden: die erstern sind für den trieb der Schifffahrt weit vortheilhafter, als die letztern, und ses nicht nur desshalb, weil sie beim Herabgehn das Schiff ht der Gefahr aussetzen, auf die Köpfe der Buhnen aufzu- ssen, sondern weil sie auch das Gefälle gleichmässiger ver- len und die Bildung einzelner Wasserstürze verhindern. Hierbei mmt noch ein wesentlicher Umstand in Betracht, der einen ganz schiedenen Vorzug der Parallelwerke bedingt. Die Buhnen, lche in diesem Falle *Rauschbuhnen* sein würden, müssten mlich auf beiden Seiten einander gerade gegenüberstehn, weil nst ein ganz unregelmässiges Fahrwasser gebildet wird, welches n die Köpfe der Werke herum sich von einer Seite nach der dern schlängelt. Es kann allerdings auch der Fall vorkommen, ass das Fahrwasser längs dem einen Ufer sich hinzieht, und die uhnen nur auf der andern Seite liegen. Die Schwierigkeit, von hier die Rede ist, wird dadurch aber keineswegs beseitigt, n das starke Gefälle sich wieder vor den Köpfen der Buhnen

concentrirt. Man bemerkt vor den Köpfen der Rauschbu[illegible] auch jedesmal den Wassersturz, während die zwischenlieg[illegible] Stromstrecken fast horizontal sind. Wenn sie den beabsicht[illegible] Effect herbeiführen sollen, so müssen sie soweit in den [illegible] treten, dass das offene Profil zwischen ihnen schon in [illegible] ziemlich kleinen Verhältnisse zum Profil des eingetauchten T[illegible] des Schiffes steht. Wenn also ein Schiff, welches stromauf[illegible] gezogen wird, sich zwischen den Rauschbuhnen befindet, so w[illegible] vor den Köpfen derselben das Profil noch mehr beschränken[illegible] dadurch entsteht wieder ein vermehrter Stau vor dem S[illegible] Man kann sich hiervon durch den Augenschein leicht überze[illegible] so bemerkte ich an der Lippe in der Nähe der Rusche[illegible] ohnfern Haltern, wo Anlagen dieser Art ausgeführt sind, [illegible] der Wasserspiegel oberhalb derjenigen Buhnen, bei welche[illegible] Schiff gerade vorbeiging, sich jedesmal etwa um 3 Zol[illegible] Sobald das Schiff aber das verengte Profil verlassen hat u[illegible] Oeffnung wieder frei wird, so fliesst auch sogleich das W[illegible] stärker ab und der Wasserspiegel senkt sich wieder. Das [illegible] gewinnt also nicht die ganze Höhe, auf welche es beim V[illegible] gehn vor den Buhnenköpfen wirklich gehoben werden muss, [illegible] dern es fällt unmittelbar darauf wieder herab, und diese ve[illegible] Steigung, welche einen übermässigen Kraftaufwand der Lein[illegible] in Anspruch nimmt, wiederholt sich vor allen Buhnenköpfen[illegible] Parallelwerken bildet sich freilich auch an derjenigen Stell[illegible] das Schiff sich gerade befindet, jedesmal ein stärkeres G[illegible] indem das Schiff ähnlich einem Kolben das Wasser vor sic[illegible] hält, nichts desto weniger kommen hier keine verlornen Steig[illegible] vor, und die Höhe, die das Schiff genommen hat, behält es [illegible] Ausserdem ist das Gefälle zur Seite eines Parallelwerks [illegible] auf einzelnen Stellen concentrirt, und sonach fehlt hier der [illegible] mässige Widerstand, den das Schiff vor den Köpfen der Ra[illegible] buhnen erleidet.

Liegt die Stromschnelle in einer gekrümmten Stre[illegible] so muss man mit Vermeidung aller scharfen Biegungen a[illegible] concaven Seite entweder eine Uferdeckung, oder ein Parallel[illegible] ausführen, weil hier die Buhnenköpfe für die Schiffahrt ga[illegible] gefährlich sein würden. Bei dem niedrigen Wasserstande, [illegible] die Krone des Parallelwerkes nicht erreicht, fahren die Sc[illegible]

emselben, wenn es auch mit Steinen gedeckt ist, sehr sicher
, ohne aufgetrieben zu werden. Bei höherem Wasserstande,
der Strom das Werk überfluthet, und das Schiff, indem es
Richtung seiner Bewegung folgt, darauf hingetrieben wird,
die Gefahr sehr gross werden, wenn nicht in diesem Falle
eine starke Ausgleichung des Gefälles sich zu zeigen
ge, wodurch die Strömung, wenn sie auch im Allgemeinen
mt, doch gerade hier schwächer wird. In der nächstfolgen-
Strecke, also unmittelbar unterhalb der Stromschnelle, hebt
nämlich der Wasserspiegel wegen der grössern Wassermenge;
alb findet diese Erhebung in weit geringerem Maasse statt,
der Abfluss daselbst durch das stärkere Gefälle erleichtert
Die Niveaudifferenz zwischen Ober- und Unterwasser wird
hier, wie bei einem Wehre, um so geringer, je stärker der
n anschwillt. In gleichem Maasse vermindert sich auch das
lle, wodurch wieder die Geschwindigkeit bedingt ist. Auf
Art gewährt also ein Parallelwerk vor dem concaven Ufer
Stromschnelle bei kleinem Wasser der Schifffahrt volle Sicher-
und es pflegt auch bei höherem Wasser nicht gefährlich
erden. Bei dieser Anordnung kommt aber noch der schon
er erwähnte Umstand in Betracht, dass in den Flusskrümmen
Geschwindigkeit unter übrigens gleichen Umständen geringer
it, als in geraden Strecken, und sonach zur Zeit der stärksten
mung, also bei kleinem Wasser das Herauffahren erleichtert
das Herabfahren weniger gefährlich wird. Das Herauffahren
et aber ausserdem auch noch einige Erleichterung, wenn der
pfad am concaven Ufer sich befindet und sonach der Zug
Leine sich der Richtung des Schiffes nähert. Diese Vortheile
f man indessen nicht durch kurze und scharfe Krümmungen
erreichen suchen, weil alsdann die Gefahr zu gross wird.

Ueber die Anordnung der Parallelwerke ist schon früher das
hige mitgetheilt worden. Von den Rauschbuhnen gilt ungefähr
elbe, was über die Buhnen im Allgemeinen gesagt ist. Bei
en muss man bemüht sein, die verbauten Theile des Strom-
s zur Verlandung zu bringen, und in dieser Beziehung nicht
die Werke selbst, sondern auch die spätern Anlagen und
nzungen so anordnen, dass dieser Zweck möglichst vollständig
schnell erreicht wird.

Nachdem ich im Vorstehenden die Regeln bezeichne
die bei der Stromregulirung zu befolgen sind, will ich
hierher gehörige Beispiele von der Weser und Mosel mit

Fig. 89 auf Taf. XXXIV. zeigt eine Stromstrecke,
in früherer Zeit der Schifffahrt sehr hinderlich war: das
wasser zog sich vor der Mündung des Baches hart an das
Ufer, und von hier trat wieder eine Sandbank weit in den
hinein, während wegen der grossen Verbreitung die nöthig
fast überall nicht vorhanden war. Durch einige ältere
die vor dem Bache zwar Verlandung erzeugt, aber dessen
dung auch sehr unregelmässig gemacht hatten, war der Ueb
wenig gehoben, während vier Buhnen am linken Ufer, die
Zeichnung durch die Schraffirung markirt sind, nur den
hatten, dass sie den ferneren Uferabbruch verhinderten. Di
Linien angegebenen Werke bezeichnen die vor wenig Jahre
geführten Anlagen, und zwar sind die Buhnen durch doppe
die Schlickzäune durch einfache Linien dargestellt. Die
mussten an den Stellen ausschliesslich gewählt werden, w
grössere Tiefe und ein harter Stromanfall stattfand; wo
aber nicht der Fall war, wechseln sie mit den Zäunen a
sämmtlichen Werke sind inclinant, mit Ausschluss des
welches vor dem Bache liegt. Dieses ist declinant, um di
dung offen zu erhalten, und es ist etwas heraufgerückt
damit diese Mündung sich noch regelmässiger ausbilden
Die in der Figur angegebenen Tiefenlinien, die sich a
gewöhnlichen niedrigen Wasserstand beziehn, stellten sic
der Ausführung der Regulirung dar, die Schifffahrtsrinne
sich also im Zusammenhange und ziemlich in gerader Ri
aus. Es scheint indessen, dass die Einschränkung noc
genügt hat, um dieser Rinne die erforderliche Breite zu
doch lässt sich dieses noch nicht ganz sicher beurtheilen,
auf dieser Baustelle die Veränderungen des Bettes besonders la
vor sich gegangen sind und dieselben noch nicht aufgehört
Jedenfalls steht es aber zu erwarten, dass die Verlan
zwischen den Buhnen den günstigen Erfolg auf das Bett
verstärken werden.

Fig. 90 *a* ist eine zwar sehr scharfe, aber doch regelm
Stromstrecke, die Fahrtiefe war in dieser Stelle durchaus ge

die Schiffe fanden hier überhaupt kein wesentliches Hinder-, wenn gleich die starke Strömung besonders vor einzelnen nen die Bergfahrt erschwerte. Eine Regulirung war nur in-rn erforderlich, als die Ufer hart angegriffen wurden und chen den von einander weit entfernten Buhnen fortwährend starker Abbruch sich zeigte. Es hat sich hier der Fall er-et, der bei kurzen und weit entfernten Buhnen nicht selten ommt, dass nämlich beim Zurückweichen des Ufers ein Durch-h an den Wurzeln der Werke besorgt werden muss, und ich hier Verstärkungen vorgenommen werden, wodurch nach nach die Buhnen sich rückwärts verlängern. Fig. 90 *b* zeigt elbe Stromstrecke mit denjenigen Anlagen, welche zur voll-digen Deckung des Ufers ausgeführt sind. Die alten Buhnen den beibehalten und andere noch dazwischen gelegt, ausser-wurde das Ufer flach abgeböscht und bepflanzt. Die beiden ren stimmen nicht ganz überein, indem die erstere sich auf viel frühere Aufnahme bezieht und nach derselben vielfache erungen eingetreten waren, bevor man die Anzahl der Buhnen ehrte. Das Ufer war im Allgemeinen bedeutend zurückge-n, und die ursprünglichen Buhnenköpfe hatte der Strom rissen, während man Kronen und Wurzeln der Buhnen nicht gehalten, sondern auch landeinwärts verlängert hatte.

Ohnfern der eben beschriebenen Stelle liegt in demselben ne eine andere Krümmung, welche viel unregelmässiger war die Schifffahrt wesentlich erschwerte. Sie ist in Fig. 91 stellt. Ihre schlechte Beschaffenheit rührte ohne Zweifel von niedrigen Lage des linken Ufers her, das vom Hochwasser überströmt wird. Ausserdem aber waren die Buhnen, welche 91 *a* zeigt, theils zu weit von einander entfernt, theils auch regelmässig angeordnet, als dass sie einen gehörigen Strom-hätten darstellen können. Zu Zeiten und namentlich nach hohen Fluthen erstreckten sich vom linken Ufer aus Sand-e bis in die Mitte des Bettes und sogar noch weiter gegen rechte Ufer hin, so dass die Schiffe bei der Thalfahrt gar t in dem schmalen und gekrümmten Fahrwasser erhalten werden nten: besonders wenn der Wind etwas stark war, so war es t mehr möglich, sie so zu führen, dass sie weder auf die dbänke, noch auf die Buhnen aufliefen. Es geschah daher

gewöhnlich, dass man oberhalb der Krümmung das Anker auswarf, hierauf das Schiff drehte und es langsam am Tau herabtreiben liess. Bei heftigem Winde war aber auch dieses Verfahren erfolglos, und es blieb nichts übrig, als abzuwarten, bis der Wind sich gelegt, oder seine Richtung so verändert hatte, dass die Fahrt sicher geschehn konnte. Dazu kam noch, dass die wenigen Buhnen das Ufer nur sehr unvollständig schützten. Der Abbruch desselben nahm fortwährend zu, wodurch die Buhnen in Gefahr kamen, und eine noch grössere Verwilderung zu erwarten stand. Die Regulirung, welche hier vorgenommen wurde, ist in Fig. 91 *b* dargestellt: sie bezog sich nur auf das rechte Ufer, woher auch nur dieses hier gezeichnet ist. Durch Anlage von drei neuen Buhnen und durch Verkürzung der einen schon bestehenden, wurde die obere Bucht gehörig verbaut. Der untere Theil des concaven Ufers liess durch Buhnen keine vollständige Regulirung erwarten, indem das Hochwasser vom linken Ufer her so stark dagegen strömte, dass hier weder eine Verlandung entstehen, noch auch das Ufer der Gefahr des fernern Abbruchs auf diese Art entzogen werden konnte. Man hätte die Buhnen wenigstens sehr nahe neben einander erbauen müssen, wenn sie einen Erfolg versprechen sollten, und hierdurch würden die Kosten des Baues sich eben so hoch gestellt haben, als wenn man unmittelbar eine zusammenhängende Uferdeckung ausführte. Aus diesen Gründen wählte man das Letzte. Das Ufer wurde regulirt, die alten Buhnen fortgebrochen, soweit sie vor der gewählten Uferlinie vortraten, und das 85 Ruthen lange Deckwerk wurde aus Faschinen mit einer Steindecke erbaut. Die Schifffahrt ist durch diese Anlage für alle Wasserstände vollständig gesichert: das Herablassen der Schiffe vor dem Ankertau hörte bei der Beseitigung der langen Buhnen sogleich auf, und gleichzeitig ist dem Abbruch des Ufers begegnet worden. Nur ein Uebelstand ist noch geblieben, und dieser besteht in der starken und oft sehr unregelmässigen Sandablagerung, die vom linken Ufer aus noch immer weit vorzutreten pflegt, und theils das Fahrwasser beschränkt, theils aber auch die Strömung zur Zeit des kleinen Wassers sehr verstärkt. Eine Begrenzung des linken Ufers durch Einbaue verspricht keine genügende Abhülfe, man müsste vielmehr dafür sorgen, dass das Ufer selbst sich erhöhte oder wenigstens die

ge Seitenströmung über dasselbe zur Zeit des Hochwassers indert würde.

Das nächste Beispiel, welches ich wähle, bezieht sich auf Fall, dass zwei entgegengesetzte Krümmungen sehr nahe neben nder liegen. Fig. 92 *a* auf Taf. XXXV. stellt das Strombett wie es zur Zeit der Ausführung der Bauten gestaltet war. obern linkseitigen Buhnen hatten bereits längere Zeit bestanden, wenn sie den Uferabbruch zwischen sich auch nicht volldig verhinderten, so fanden die Schiffe doch hier kein Hinder- und das Fahrwasser war hinreichend tief und breit. Unter- dieser Buhnen zeigte sich am linken Ufer ein sehr starker ruch, und diesem gegenüber wie gewöhnlich eine weit vor-nde flache Kiesbank, welche an der Stelle, wo die linkseitige mmung in die rechtseitige überging, in eine Spitze auslief. tere sperrte den tiefen Stromschlauch, welcher vor Kurzem den ganzen Strom aufgenommen hatte und ein bequemes rwasser gewesen war. Die Schiffe mussten demnach, wenn herabfuhren, an der linken Seite bleiben, und dicht unterhalb erwähnten Spitze, wo sich noch die grösste Tiefe vorfand, iner kurzen Wendung nach dem rechten Ufer gebracht werden. r fanden sie in Folge der daselbst seit mehrern Jahren ausührten Buhnen wieder ein bequemes Fahrwasser. Die beschriebene omstrecke gehört nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu dem-en Staate, indem die Landesgrenze durch den Strom gebildet d. Dieser Umstand ist in andern Fällen für Regulirungs-eiten immer sehr störend, hier war dieses nicht der Fall, und erfolgte sehr schnell eine Vereinigung über das ganze Regu-ngsproject. Die linkseitigen Buhnen wurden in der Art, wie Zeichnung sie darstellt, so weit fortgesetzt, dass sie eine lmässige und flache Krümmung markirten. Vor dem rechten kamen diejenigen Anlagen zur Ausführung, welche das eigent- Schifffahrtshinderniss beseitigen sollten, und hierzu diente Reihe von inclinanten Werken, welche durch ihre Köpfe eine lmässige Uferlinie von dem höhern Theile der Kiesbank ab-ts bis zu den bereits ausgeführten Buhnen am untern Theile er Strecke darstellten. Diese Werke lagen beim kleinen Wasser ssentheils ganz trocken, und sie wurden sehr leicht erbaut. erfüllten ihren Zweck so vollständig, dass im nächsten Sommer

das Strombett vor ihnen diejenige Gestalt angenommen hatte, welche Fig. 92 *b* zeigt. Der alte Stromschlauch war vollständig verlandet und ein sehr regelmässiges Ufer hatte sich gebildet. Ein schmaler Rücken zog sich noch an der Stelle, wo früher die nachtheilige Untiefe gelegen hatte, durch das Bett hindurch, aber es war so tief dass die Schifffahrt daselbst keine Behinderung und sogar keine Unbequemlichkeit mehr fand.

Fig. 93 zeigt eine Insel, die man schon vor langer Zeit an das linke Ufer durch eine Coupirung angeschlossen hatte, ohne dass jedoch weder durch andere Anlagen die Verlandung des alten Armes befördert, noch auch die Verbreitung des Hauptarmes durch Ausroden des Weidenstrauches auf der Insel möglich gemacht wäre. Das Hochwasser strömte daher noch jedesmal heftig durch den rechten Arm, während das kleine Wasser in derselben Richtung der tiefen Rinne folgte, durch die Coupirung aber aufgehalten und plötzlich links gewendet wurde, wobei es das linke Ufer in heftigen Abbruch versetzte. Eine tiefe Bucht war hier gebildet worden, die man durch ein Parallelwerk sehr unregelmässig abgeschlossen hatte. Der Andrang an das linke Ufer war so stark und unmittelbar neben demselben die Strömung so heftig, dass von der Insel aus eine Kiesbank sich in den ohnehin schon sehr schmalen Arm noch weit hineinzog und hier eine ganz beispiellose Verengung erzeugte. Nichts desto weniger war das Fahrwasser ziemlich gerade, an Tiefe fehlte es auch nicht, und so wurde Seitens der Schiffer nur über die starke Strömung Klage geführt. Der Strom warf sich dicht unterhalb der Insel wieder an das rechte Ufer, und um dieses zu sichern, hatte man hier fünf Werke sehr unregelmässig erbaut. Wenn diese Stelle auch kein wesentliches Schifffahrtshinderniss enthielt, so war sie doch sehr bedenklich, und ihre Regulirung war schon insofern nothwendig, als ein fortgesetzter Abbruch des linken Ufers nicht nur den Leinpfad bedrohte, sondern ausserdem auch einen verstärkten Uebertritt des Hochwassers besorgen liess. Der Strom wendet sich nämlich gleich unterhalb sehr stark nach der linken Seite, und nur das höhere Terrain unmittelbar neben dem Ufer verhindert das starke Ueberströmen des Hochwassers, welches hier auf einem viel kürzeren Wege nach dem Scheitel der folgenden Serpentine gelangen kann. Die vorgenommene Regulirung bezog sich da

scharf gekrümmte linke Ufer durch Buhnen regelmässig zu
nen und durch andere Buhnen auch das rechte Ufer vor der
zur Verlandung zu bringen. Auf der Insel wurde nicht nur
Weidenstrauch bis zu der punktirten Linie ausgerodet, son-
die Insel selbst wurde, soweit sie Strombett werden sollte,
zum niedrigen Wasserstande abgegraben, und das hier ge-
nene Material in den alten Stromarm gestürzt. In letztern
man zur Beförderung der Verlandung noch eine Reihe von
chtzäunen. Diese Anlagen haben in sehr kurzer Zeit eine
ständige Umgestaltung des Strombettes ganz in der gewünschten
ise herbeigeführt, so dass nach einem Jahre die frühere Un-
mässigkeit ganz verschwunden war.

Die Stromstrecke, welche in Fig. 94 dargestellt ist, hatte
übermässige Breite angenommen, und in Folge derselben sich
nur stark verflächt, sondern es trat daselbst auch der Uebel-
ein, dass die Schiffe bei kleinem Wasser nicht mehr den
seitigen Stromarm verfolgen konnten, sondern vielmehr ziemlich
am rechten Ufer fahren mussten und dadurch sehr weit von
Leinpfade entfernt wurden. Vor dem rechten Ufer lagen
der Nähe der Mündung des Baches einige ältere Werke, welche
Abbruch verhindern sollten, der sich hier stellenweise sehr
zeigte. Die Anlagen, welche zur Beseitigung dieser Uebel-
de dienen sollten, bezogen sich eigentlich nur auf die Ein-
änkung des Bettes. Das concave Ufer musste eine regel-
sige Krümmung erhalten, und namentlich war es nothwendig,
kurze und tiefe Bucht in demselben abzuschliessen. Dieses
chah durch inclinante Buhnen, zwischen denen jedoch die eine
der Mündung des Baches declinant angelegt wurde. Die
seitige Uferlinie bestimmte sich alsdann nach der rechtseitigen.
Anschluss an die Insel, sowie auch das Ausroden des Weiden-
üsches auf derselben war nothwendig, und eine lange Reihe
inclinanten Buhnen kam vor dem convexen Ufer zur Aus-
rung, wodurch die eigentliche Beschränkung des Strombettes
vorgebracht wurde. Da diese letzten Werke sämmtlich einem
rken Angriffe nicht ausgesetzt waren, so konnten sie grossen-
ils sehr leicht erbaut werden. Zur Zeit der Ausführung der-
ben trat ein niedriger Wasserstand ein, und dieser wurde benutzt,
die Insel recht tief abzugraben, während das gewonnene

Material sogleich in den alten Stromarm verkarrt wurde. Di
arbeiten stellten sich dadurch bedeutend höher, als es
gewesen wäre, aber dafür verschwand auch sogleich alle Bes
wegen eines starken Stromandranges an das linke Ufer,
durften selbst diejenigen Werke, welche nach dem ursprün
Projecte in grösserer Tiefe angelegt werden sollten, nachd
tiefe Schlauch verschüttet war, eine weit geringere Hö
überhaupt viel schwächere Dimensionen erhalten. Die Mehr
der Erdarbeit wurden dadurch vollständig ausgeglichen, un
erreichte dabei noch den Vortheil, dass die Verhältnisse in
des Leinenzuges sich sogleich viel günstiger gestalteten.

Fig. 95 auf Taf. XXXVI. zeigt eine Stromstrecke,
bisher bei kleinem Wasser für die Schifffahrt sehr gefährlic
Eine Felsenbank streicht hier durch das Bette und bildet
Zeit, wenn das Unterwasser sehr niedrig steht, eine starke S
schnelle. Die in der Oberfläche des Felsens eingeschn
Rinnen sind nicht nur sehr unregelmässig, sondern es fehlte
auch die erforderliche Tiefe, und ausserdem verhinderte die
Strömung ein genaues Innehalten derselben. Daher gesch
dass bei sehr kleinem Wasser die Schifffahrt hier ganz
brochen werden musste, und bei etwas höherem Wasserstand
häufig Unglücksfälle vorkamen. Nach der Lage der ein
vortretenden Klippen zog sich die tiefste Rinne, welche zum
fahren der Schiffe auch immer benutzt war, ziemlich schräg
linken Ufer nach dem rechten herüber. Dadurch entsta
heftiger Andrang des Wassers von der rechten Seite her,
Schiffe gegen das linke Ufer und die davor liegenden K
trieb. Diesem Uebelstande, der besonders gefährlich war,
weder durch Einbaue, noch auch durch gehörige Verbreitun
Regulirung dieser Rinne vorgebeugt werden. Nachdem m
Ueberzeugung gewonnen hatte, dass der gewachsene Felsen
dem rechten flachen Ufer noch höher als im Strombette lag
sonach eine Verlegung des letztern oder ein Durchstich
günstigere Verhältnisse erwarten liess, so machte man den A
damit, die bisherige Schifffahrtsrinne durch Aussprengen zu
breiten und ihr die erforderliche Tiefe zu geben, während
die Anlage von drei Buhnen am linken Ufer oberhalb der
bank der Strom gehörig in diese Rinne hineingewiesen w

Sprengungsarbeiten konnten indessen wegen der häufigen
brechungen, die sie durch die Schifffahrt erfuhren, nur sehr
am fortschreiten, und sonach blieb diese Stelle weit hinter
übrigen Regulirungsarbeiten an demselben Strome zurück.
r Umstand gab die nächste Veranlassung, andere Maassregeln
greifen, wodurch eine schleunige Abhülfe möglich wurde.
kam aber noch die Erfahrung, dass die bereits erwähnte
nströmung das Herabfahren der Schiffe immer sehr gefährlich
en würde, so lange das linke Ufer nicht bis zur Rinne
mässig ausgebildet worden wäre. Hiernach wurde das Project
r Art entworfen, wie die Zeichnung es darstellt. Die Fahr-
wurde an ihrer linken Seite, soweit diese concav ist, durch
arallelwerk mit gehörigen Anschlüssen an das Ufer eingefasst.
erdem aber musste das hier stattfindende sehr starke Gefälle
eine stromabwärts fortgesetzte Einschränkung auf eine
ere Länge vertheilt, und dadurch das relative Gefälle und
auch die Strömung gemässigt werden. Das Gefälle beträgt
leinem Wasser etwa 2½ Fuss, und dieses lag früher in einer
ke, die nur etwa 100 Ruthen lang war. Seit der Ausführung
Baues hat dasselbe sich beinahe auf die doppelte Länge
lich gleichmässig vertheilt. Die untern Buhnen sind in diesem
nichts anderes, als Rauschbuhnen, und es war eine nach-
ge Vertiefung des Bettes zwischen denselben zu besorgen.
solche ist bis jetzt noch nicht erfolgt, weil der Boden aus
festen Ablagerung von sehr grobem Kiese besteht, nichts
weniger sind die Vorkehrungen dazu bereits getroffen, dass
sogleich mehrere Steinschwellen durch das Bette legen kann,
d dasselbe sich soweit vertieft haben wird, dass die Anlage
Werke ohne Störung der Schifffahrt möglich ist. Bei Auf-
ng des Projectes war man von der Absicht ausgegangen,
inschränkung nur unterhalb der Felsbank eintreten zu lassen,
dem Unterwasser des natürlichen Wehrs Stau hervorzu-
en, das Oberwasser desselben dagegen möglichst in weitem
e zu erhalten, damit die Strömung hier gering bleibt, und
Zugpferde, sobald sie das Schiff über die Felsen gezogen
n, nur wenig angestrengt werden dürfen. Zu diesem Zweck
n die rechtseitigen Buhnen, welche die Zeichnung darstellt,
ngs nicht so vollständig zur Ausführung gekommen, und

namentlich fehlten diejenigen, welche dem Parallelwerk gege
liegen. Es hat sich indessen in Folge dieser Unterbrechun
Buhnen-Systems eine starke Strömung vor dem rechten Uf
zeigt, welche gegen das untere Ende des Parallelwerkes
Fahrrinne trat, und namentlich bei etwas höherem Wass
Schiffe gegen die Buhnenköpfe trieb. Dieser Umstand wa
anlassung, dass das Buhnensystem auch vor dem rechter
vervollständigt werden musste. Durch den beschriebenen B
die sonst stattfindende Gefahr und Beschwerlichkeit dieser
beseitigt, obgleich die Aussprengung der Rinne noch nich
beendigt ist. Die Schiffe fahren bei kleinem Wasser sehr
und sogar bequem herab, indem der Strom selbst sie in das
wasser hineinweist, und auch bei höherem Wasserstande,
das Parallelwerk und die Köpfe der Anschlusswerke und B
einen halben Fuss hoch unter Wasser lagen, zeigte ein V
dass ein Nachen ohne alle äussere Beihülfe schon durch den
in der Rinne gehalten wurde, und ohne irgendwo den W
zu nahe zu kommen in dem eigentlichen Fahrwasser hera
Bei der Bergfahrt verursacht die starke Strömung allerdings
heftigen Widerstand, und die Zugpferde müssen weit meh
auf den andern bereits regulirten Stellen desselben Stron
gestrengt werden, nichts desto weniger haben sich die Verhä
doch auch in dieser Beziehung wesentlich verbessert, denn d
ist jetzt viel weniger scharf, als er es früher war. Endlich
hierbei noch erwähnt werden, dass für das Parallelwer
solche Constructionsart gewählt worden ist, und vorläufig
wohl gewählt werden musste, welche bei einem etwanigen
stossen der Schiffe für diese keine Gefahr besorgen lässt.
Werk besteht nämlich aus Faschinen, und zwar hat es a
Seite, welche der Fahrrinne zugekehrt ist, eine sehr steile B
rung erhalten, indem die Sturzenden der Faschinen nach a
gekehrt sind. Auf der Krone ist ein Steinpflaster angeb
doch kann dasselbe die Beschädigungen an der äussern Seite
verhindern, und so muss man wohl darauf gefasst sein,
vielfache Reparaturen zur Erhaltung dieses Baues erforderlic
werden. Es steht indessen zu erwarten, dass der abgeschlo
Theil des Strombettes hinter dem Parallelwerke mit der Zei
Verlandung kommen wird, und sobald dieses geschehn ist, h

ine höhere und vollständiger gesicherte Einfassung hier
iren, bei welcher man nach den bereits gemachten Er-
n kein Aufstossen der Schiffe mehr besorgen darf, wenn
h mit der für ihre Erhaltung nothwendigen Dossirung
wird.

n den starken Materialablagerungen vor den Mündungen
he und Nebenflüsse ist schon früher die Rede gewesen.
zeigt ein auffallendes Beispiel dieser Art. Im rechten
indet hier ein Bach, der mit sehr starkem Gefälle aus dem
in das Stromthal tritt: alles schwerere Geschiebe, welches
ich führte, warf er unmittelbar vor seiner Mündung nieder,
ingte den Strom so weit an das andere Ufer, dass hier
ur der Thalrand ganz verschwunden war und der Fuss
len Ufers unmittelbar das Strombett begrenzte, sondern
em war das Bett auch durch die von der andern Seite
nde Kiesbank so sehr beengt, dass eine sehr heftige Strom-
sich bei kleinem Wasser hier bildete, welche für die
rt sehr beschwerlich und für die Thalfahrt nicht ganz
s war. Demnächst mache ich noch darauf aufmerksam,
r die Mündung des Baches bei kleinem Wasser strom-
gerichtet war, indem das Geschiebe, das vorzugsweise
em Wasserstande herabkommt, auf der untern Seite oder
Richtung der alsdann sattfindenden Strömung sich vor-
se ablagert. Bei Regulirung dieser Stelle kam es besonders
an, dem Bache eine gehörige Mündung zu geben, damit
schiebe, sobald es in das Strombette tritt, sogleich vom
gefasst und fortgeführt wird. Zu diesem Zweke wurde
ie stromabwärts gekehrte Bachbett eröffnet, und das aus
en ausgehobene schwere Material zur Bildung eines Dammes
der ein Separationswerk zwischen dem Strom und Bach
t. Gewöhnlich muss ein solches Werk mit schweren Steinen
ig abgepflastert werden, damit es nicht leicht durchbrochen
kann. Auf der andern Seite des Stromes wurde die Bucht
einige Buhnen verbaut, und diese veranlassten sehr bald
tarken Angriff der Kiesbank, so dass das Strombett in kurzer
ch ansehnlich verbreitete und die heftige Strömung aufhörte.
ndlich habe ich in Fig. 97 noch eine Stromstrecke dar-
t, in welcher die Regulirung nicht sowohl vollständig durch-

geführt, als vielmehr nur eingeleitet ist. Es trat hier die Nothwendigkeit ein, den Leinpfad auf die Inseln zu verlegen, weil er sonst vom Fahrwasser zu weit entfernt geblieben wäre. Die Leinpfadsdämme sind zugleich Coupirungen der Stromarme. In dem obern derselben ist der Anschluss in Form der inclinanten Buhne angebracht, um das dahinter liegende Ufer dem Angriffe zu entziehn. Die untere Insel, welche vom Leinpfade nicht berührt wird, konnte durch Coupirungen angeschlossen werden, die normal gegen den Stromarm gerichtet sind: sie durften auch in einer geringern Höhe als die Leinpfadsdämme gehalten werden. An den obern Mündungen der abzuschliessenden Arme sind einige inclinante Buhnen angebracht, um den Strom gehörig in den Hauptarm herüber zu leiten. Die Buhnen an der untern Mündung der Stromarme, sowie auch andere Anlagen, die zur Bildung regelmässiger Uferlinien dienen, sind vorläufig noch nicht ausgeführt, indem man zunächst nur den Strom in einem einzigen Arme vereinigen und die Nebenarme schwächen und etwas zur Verlandung bringen wollte. Nachdem dieses geschehn, wird es erst möglich sein, mit Sicherheit zu beurtheilen, was noch ferner zu thun sei.

Indem von der Anordnung der Stromregulirungswerke die Rede ist, müssen noch die vielfachen Collisionen erwähnt werden, in welche der Baumeister bei solchen Anlagen sehr häufig mit Privatleuten verwickelt wird. Es ist bereits angeführt worden, dass zuweilen in Folge der Regulirungswerke stellenweise der Uferangriff sich vergrössert: man geht alsdann wohl immer von dem Grundsatze aus, dass solche Uferdeckungen zum Regulirungsbau selbst gehören und im Projecte enthalten sein müssen. Wenn aber einzelne Uferstücke oder Theile von Inseln vor die neuen Uferlinien vortreten, und also durch den Strom fortgerissen werden, so wird der Werth dieser Flächen nach einer gütlichen Vereinigung oder nach einer gerichtlichen Abschätzung dem Besitzer bezahlt. Wie sehr indessen hierdurch auch für das Privat-Interesse gesorgt ist, so kommen dennoch sehr häufig Reclamationen gegen den Staat vor, und die übertriebensten Entschädigungsforderungen werden erhoben, indem man es nicht selten versucht, alle Uferbrüche in der Nähe als Folgen der Regulirung darzustellen. Es geschieht dieses auch in solchen Fällen, wo die Erfahrung

, dass der Angriff des Stromes nach der Ausführung der n viel schwächer geworden ist, als er es früher war.

Die Klagen beziehn sich ausserdem auf andere Gegenstände: B. wird es nicht selten als unersetzlicher Verlust bezeichnet, eine Stelle im Strombette zur Verlandung kommt, worin r Flachs geröstet, oder die Wäsche der Schafe vorgenommen e, oder wo vielleicht eine Gondel zu liegen pflegte. Noch er wird geklagt, wenn eine flache Stelle aus dem Strome rnt wird, durch welche bisher bei kleinem Wasser durchren oder das Vieh hindurchgetrieben wurde. Dasselbe geht, wenn die Fischerei einige Störung erleidet. Es ist mir r der Fall vorgekommen, dass man die frühern Untiefen im nbette beibehalten wollte, um die Kähne mit kurzen Stangen schieben zu können, und um nicht gezwungen zu sein, hierzu ere Stangen zu gebrauchen oder zu rudern. Wie übertrieben e Beschwerden auch immer sein mögen, so liegt denselben wirklich ein gewisser Nachtheil oder eine geringe Unbequemeit zum Grunde. Bei vielen Klagen ist aber selbst dieses der Fall, sie werden vielmehr allein durch Vermuthungen rgerufen, und wenn die letztern auch ganz unwahrscheinlich und sich durch nichts begründen, so bleiben die Beschwerden och nicht weniger angenehm.

Die härtesten Collisionen pflegen indessen mit den Schiffern treten. Der Baumeister muss die Anordnungen immer so treffen, die Schifffahrt nie gänzlich gesperrt wird, er kann es aber ilen nicht vermeiden, dass während des Baues oder auch noch e Zeit hindurch nach demselben manche Unbequemlichkeiten en, die früher nicht bestanden, und welche nur vergehn, wenn Bette sich nach und nach umgestaltet hat. Dieser Fall ist fähr eben derselbe, der sich bei jeder grössern Reparatur bei jedem Umbau einer Strasse zu wiederholen pflegt. Die rleute ertragen indessen den vorübergehenden Uebelstand, weil sehn, dass die neue und viel bequemere Strasse erbaut wird. den Stromregulirungen werden indessen die gewünschten Vernisse nicht unmittelbar dargestellt, man sucht sie vielmehr elbar herbeizuführen. Hiervon kann sich der Schiffer keinen riff machen. Alle Erfahrungen, die der Baumeister selbst acht hat, und alle fremden Erfahrungen, die er bei der Anlage

benutzt, sind dem Schiffer unbekannt; er hegt grosses Miss
gegen den Bau, weil er denselben nicht begreift. Er hat gem
auch ganz andere Ideen über die Stromregulirung, und nam
will er nur solche Mittel im Grossen angewendet sehn, we
selbst sich zu helfen gewohnt ist, so oft er sein Schiff festge
hat. Seine eignen Erfahrungen in dieser Art der Praxis
nach seiner Meinung für die Verbesserung des Fahrwasser
entbehrlich, und oft ist es seine Absicht, dieselben bei
Gelegenheit für einen hohen Preis zu verkaufen. Sobald
hierin getäuscht sieht, und erfährt, dass vielleicht aus entf
Gegenden ein Baumeister kommt und die Projecte zur Regu
angiebt, so werden die Eigenthümlichkeiten des Stromes, die
seiner Ansicht kein Fremder kennen kann, schon als Bewe
das Missglücken des Unternehmens angeführt. Diese angeb
Eigenthümlichkeiten, die der Schiffer allein zu kennen
sind indessen jedesmal nichts weiter, als die hohen Anschwell
in Verbindung mit starker Strömung und die verheerenden
gänge. Wenn endlich der Bau beginnt, so wird von jeden
zelnen Werke mit aller Bestimmtheit die Versicherung abgeg
dass es im nächsten Winter zerstört werden wird. Eine
Behauptung von Personen, die den Strom genau kennen,
schon grosses Bedenken. Wenn der Schiffer aber vollend
merkt, dass ein Fahrwasser, durch welches er bisher sehr b
durchtreiben konnte, geschlossen und dafür eine schmale
eröffnet wird, in welche er mit grosser Vorsicht sein Schiff h
führen muss, oder welche er bei der gewöhnlichen Läng
Zugleine gar nicht erreichen kann, alsdann erwartet den Baum
eine harte Prüfung. Während er die Freude hat, zu bem
dass die Anlagen ganz in gewünschter Weise wirken, das
neue Stromschlauch sich regelmässig umgestaltet und die
eben so regelmässig sich ausbilden, geschieht es wohl, da
nur von verfehlten Anlagen sprechen hört, und er nicht nu
Einstellung der Arbeiten, sondern wohl gar die Beseitigung
dessen besorgen muss, was er ausgeführt hat.

In England werden die Projecte zu grossen Anlagen vor
Commission des Hauses der Gemeinen discutirt: die betreff
Verhandlungen, die später im Druck erscheinen, stellen die M
der Projecte und ebenso die dagegen erhobenen Bedenken geme

leutlich dar. Der Chairman, der mit dem Gegenstande genau tat ist, befragt die Zeugen mit grosser Bestimmtheit und so hrlich, dass die Commission über die vorgetragenen Ansichten ein Urtheil bilden kann. Die Fragen, sowie die Antworten in wörtlich niedergeschrieben, und dadurch wird es jedem Betheiligten möglich, den Grund oder Ungrund aller Belungen genau kennen zu lernen. Wenn die Humanität es verbietet, den unkundigen Schwätzer oder den Quärulanten *burdum* zu führen, so werden die Fragen doch immer soweit setzt, dass das Sachverhältniss sich möglichst klar heraus- . Dieses Verfahren gewährt dem Publikum, sowie allen dabei iligten, und in gleichem Maasse auch dem Baumeister selbst, rosse Beruhigung: er wird vor Misstrauen und Verdächtigung gestellt.

Vo solche Verhältnisse nicht bestehn, bleibt dem Baumeister übrig, als es zu versuchen, durch persönliche Berührungen sen zu erwecken. Für den vorliegenden Fall muss er mit chiffern sich in Verbindung setzen, ein freundliches Entkommen hat er von denselben, und namentlich wenn in der d noch keine Stromregulirungen ausgeführt sind, nicht leicht warten, aber das Vertrauen, welches er zeigt, wird doch Regel erwiedert, und wenn es ihm gelingt, einigen Schiffern rhältnisse klar zu machen und sie zu überzeugen, dass ihre ten nicht unbedingt anwendbar sind, so ist seine Stellung um Vieles gebessert. Der besonnene und überlegte Mann st in der Regel das Zutrauen seiner Kameraden, und dieser gerade, welchen man am leichtesten überzeugen kann. Die rungen und die Localkenntniss des Schiffers sind aber dem sister bei einer Stromregulirung in vielen Fällen ganz unbrlich, und ein grosser Theil der Schifffahrtshindernisse, tlich einzelne Steine u. dergl., bleiben ihm lange unbekannt, der Schiffer sie ihm nicht bezeichnet. Er hat also einen n wesentlichen und unmittelbaren Nutzen davon, wenn er in liche Verhältnisse mit diesem tritt. Andrerseits hat der Schiffer, gewöhnlich den Strom befährt, auch unzweifelhaften Anspruch ine besondere Berücksichtigung seines Interesses, vorausgesetzt, der Strom behufs Verbesserung der Schifffahrt regulirt wird. äre also ungerecht, wenn man ihn gar nicht hören wollte.

Zuweilen wird ein freundliches Vernehmen mit den Sc dadurch gestört, dass sie beim Gelingen der beabsichtigten S regulirung manche Nachtheile und besonders die Concurre fremden Schiffern befürchten. Dieses war z. B. bei einem S der Fall, der zum Gebiete des Rheins gehört: die Schiffer, bisher allein hier gefahren hatten, verlangten Anfangs, da Durchfahrtsöffnung unter einer Brücke nicht erweitert werden weil, wie sie ausdrücklich angaben, sonst auch die gr Schiffe von andern Strömen heraufkommen würden. Dieser wurde natürlich zurückgewiesen, indem die ganze Anlage die Erleichterung des Verkehrs zum Zweck hatte. Darau suchte man die Arbeiten in anderer Art zu hintertreiben: i Beschwerdeschrift wurden nicht nur die Störungen, welc Schifffahrt durch den Bau erlitten haben sollte, ganz über dargestellt, sondern auch behauptet, dass die in Anwendu brachte Bauart ganz zweckwidrig sei, wofür man eine nämlich die Parallelwerke wählen müsse. Es ist eine ga wöhnliche Ansicht, dass der praktische Sinn den Gegens Theorie bildet: der Schiffer auf einem kleinen Strome, den Niemand für einen Theoretiker halten wird, erscheint d als ein grosser Praktiker, und je weniger er von Stron bisher gesehn und gehört hat, um so unbefangener und tr kann er sie beurtheilen. Glücklicher Weise waren mehre üble Stellen auf demselben Strome bereits so vollständig r dass die Zweckmässigkeit der Anlagen ganz unzweifelhaft

Ein andrer Grund, weshalb die Schiffer das Fortbeste Hindernisse und Gefahren zuweilen wünschen, liegt darin ihre genaue Localkenntniss und ihre Uebung im Ausweichen Hindernisse durch die Stromregulirung sehr entbehrlich wir sie den zuweilen übermässigen Gewinn verlieren, den frequenter Schifffahrt bisher daraus zogen. Dieser Fall t dem eben erwähnten Strome gleichfalls ein. Bei einem Strome, der auch zum Gebiete des Rheins gehört, protesti Schiffer gegen die beabsichtigte Regulirung, weil dadurch, sich ausdrückte, die edle Kunst des Schiffers ganz aufhör jeder Bauer in Zukunft fahren würde. Die Aeusserung war dings nicht ganz ungegründet, denn eine ähnliche Geschickl und Kraftanstrengung, wie hier an einzelnen Stellen erfor

verlangt die Befahrung keines andern Stromes, soviel mir bekannt sind: während nämlich die beladenen Schiffe mit rössten Schnelligkeit durch die Oeffnungen in den Wehren getrieben werden, muss deren Richtung verändert werden, lieses geschieht, indem drei Mann die Schiffshacken in ein- Pfähle einsetzen und während eines Momentes mit voller erkraft das Schiff abstossen.

Die Aussicht auf grössern Gewinn pflegt indessen bald Ver-sung zu geben, dass Einzelne unter den Schiffern sich von übrigen Zunft trennen: sie sehn die Möglichkeit ein, aus der esserung des Fahrwassers Vortheil zu ziehn, besonders wenn len Uebrigen zuvorkommen und ihren Betrieb so einrichten, sie die günstigern Verhältnisse möglichst bald und möglichst tändig benutzen. Auf diese Männer muss der Baumeister nders Rücksicht nehmen: sie haben kein anderes Interesse, lasjenige, welches eben befördert werden soll, und sobald sie an einigen Beispielen sehn, dass die Anlagen vortheilhaft en, so vertreten sie gleich den Baumeister sehr kräftig bei Kameraden, und unterstützen ihn zugleich wesentlich, indem ihn auf alle Umstände aufmerksam machen, welche die Schiff- betreffen, und die er selbst zum Theil wenigstens nicht so t bemerken kann. Für die Regulirung der Weser hat sich Schiffer auf diese Weise höchst verdient gemacht.

Ich habe diese Verhältnisse berührt, um die Baumeister uf aufmerksam zu machen, wie sehr es im Interesse der Sache nicht minder in ihrem eignen liegt, bei Stromregulirungen len Schiffern in freundliches Vernehmen zu treten. Manche nehmlichkeit in dieser Beziehung wird allein dadurch hervor- 'en, dass der Schiffer nicht gehört wurde, und er erhebt inhin die Beschwerden nicht früher, als bis er sich überzeugt t, dass der Baumeister seine Klagen und Wünsche nicht ksichtigen will.

§. 74.

Stein-Constructionen.

Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass die Strom- lirungswerke einem starken Angriffe durch das Wasser aus- tzt sind, und dass sie ausserdem in den meisten Fällen auch

durch die Vertiefung bedroht werden, welche neben ihm besonders vor den vorspringenden Köpfen sich leicht bildet. vollständig gesicherte Fundirung, wie sie bei andern Bauten ist, kann man hier nicht anwenden, weil eine solche kostbar ausfallen würde. Es bleibt also nichts übrig, Construction so zu wählen, dass bei der eintretenden Ve das Werk sich theilweise senken kann, ohne in seinem Zus hange gelöst oder gebrochen zu werden. Fest verbunden Constructionen und ebenso auch vollständige Mauerwer hiernach bei Stromregulirungsbauten in der Regel nicht anw Dagegen empfiehlt sich ein solches Material, welches grossen Massen verbunden dennoch biegsam bleibt und unregelmässige Oberfläche sich genau schliessend aufle dieser Beziehung zeichnet sich das Strauch besonders a einzelnen Reiser legen sich in einander und bilden dadur innige Verbindung, die noch durch andere Mittel so v werden kann, dass es schwer ist, einzelne Theile dav zureissen. Nichts desto weniger behält der ganze Körp Biegsamkeit, und wo unter ihm ein hohler Raum entsteht, herab. Dadurch verhindert er es sehr sicher, dass m Strömungen sich unter ihm hindurchziehn können, welch fehlbar nachtheilige Folgen haben würden.

Etwas Aehnliches lässt sich auch bei Stein-Construct erreichen: der Unterschied einer solchen gegen den aus gebildeten Körper beruht darin, dass die Steine ganz lo und neben einander liegen und gar keine Verbindung zw ihnen besteht. Sie werden dadurch der Gefahr ausgesetzt Strome fortgetrieben zu werden, aber es ist schon wiederhol darauf hingewiesen worden, dass ein Stein um so mehr W stand dem Strome entgegensetzt, je grösser er ist, de Widerstand ist seinem Gewichte oder der dritten Potenz des messers proportional, der Druck, den er vom strömenden erfährt, aber nur seinem grössten Querschnitt, oder der Potenz des Durchmessers. Man kann also den Mangel an keit, der aus der fehlenden Verbindung der einzelnen Thei springt, dadurch entgegenwirken, dass man recht grosse wählt, oder wenn solche nicht zu haben sind, lassen sich kleinere Steine durch eine gemeinsame Umschliessung zu gr

sen verbinden. Ein anderes Mittel zur Vermehrung des Widerdes besteht darin, dass man Steine von besonders grossem cifischen Gewichte wählt. In dieser Beziehung zeichnet sich der alt vor Sandstein, Thonschiefer und andern sehr vortheilhaft aus.

In allen diesen Fällen liegen die einzelnen Steine oder deren bindungen nur lose auf einander, sobald daher eine Vertiefung er ihnen eintritt, oder wegen der starken Vertiefung neben der is des Werkes sie nicht gehörig unterstützt sein sollten, so ken sie gleich von selbst herab und nehmen wieder eine geerte Lage an. Eine Unterspülung ist daher auch bei ihnen möglich. Wenn man indessen bei ganzen Werken oder einnen Theilen derselben ein starkes Nachsinken nicht erwarten rf, und sonach diejenigen Steine, welche im Innern liegen, vor n unmittelbaren Angriff des Stromes gesichert sind, so kann n hier auch ein leichteres Material verwenden, und es ist nur thig, dasselbe mit einer Decke aus schweren Steinen zu versehn. eses ist vorzugsweise in der obern Fläche oder in der Krone e Werke erforderlich, wo der Angriff des Eises am stärksten . Es ist indessen klar, dass selbst sehr grosse und schwere eine, wenn eine Scholle sie fasst, leicht aus ihrem Lager geben und fortgerissen werden. Es liegt daher ein grosser Vortheil rin, wenn man die Krone und selbst die Dossirungen, soweit r Wasserstand es erlaubt, mit einem möglichst ebenen und gut schlossenen Steinpflaster umgiebt. Man darf indessen nicht rgessen, dass die Pflastersteine nur so lange in ihrer geblossnen Lage bleiben, als die Unterlage, auf der sie ruhen, ht ausweicht. Wenn diese aus feinem Material besteht, welches t dem hindurchdringenden Wasser mit fortgerissen werden kann, zeigen sich bald Senkungen im Pflaster, welche besonders bei bauen höchst gefährlich sind, indem der überstürzende Strom solchen Stellen sich sehr verstärkt und daher einen um so ägern Angriff auf die schon schadhafte Steindecke ausübt. Die astersteine verlieren ausserdem bei der eintretenden Senkung e regelmässige und geschlossne Lage, sie werden daher um leichter von dem darüber treibenden Eise, auch wohl von dem ne gefasst und herabgerollt. Dieser Uebelstand nimmt forthrend zu und veranlasst immer neue Beschädigungen, so dass s Füllung bald den Schutz der Steindecke ganz verliert. Man

muss aber besonders bei heftiger Strömung immer darauf g
sein, dass stellenweise eine Beschädigung im Pflaster ei
kann, und hiernach dürfte es wohl als ganz unstatthaft ersch
wenn man Stromregulirungswerke und namentlich Einbau
leichtem Material, nämlich aus Sand und feinem Kie
wohl gar aus Erde, aufschütten und nur durch ein Pflaster
wollte. Es fehlt nicht an Beispielen, welche zeigen, dass
Bauten, ohne dass sie vorher eine Beschädigung bemerken li
bei einem einzigen Hochwasser durchbrochen und sogar volls
zerstört wurden. Wenn nämlich an einer Stelle der Durch
entstanden ist, und ein heftiger Strom hindurchgeht, so
klar, dass die Wirkung desselben auf die angrenzenden un
geschützten Theile des Werkes sehr zerstörend ausfallen

Der einfachste Fall für die Anwendung der Stein-Constr
bei Stromregulirungen ist die Anbringung einer Steinschü
vor den in Abbruch stehenden Ufern. Kommt es nur dar
eine feste Decke zu bilden, so ist es gewiss vortheilhaft
ein gleichmässiges Material dazu zu verwenden. Es
allerdings zur sicherern Unterstützung der einzelnen Stein
tragen, wenn man die Zwischenräume zwischen ihnen durch kl
Steine oder Kies ausfüllen könnte. Dieses lässt sich in
nicht erreichen, weil die Steine nicht in einem gehörig zuber
Lager versetzt, sondern nur herabgeworfen werden und sie
ganz zufällig sich ablagern. Es geschieht zuweilen, das
zwischen die Steine auch Kies wirft, alsdann ist es aber
zu vermeiden, dass derselbe an einzelnen Stellen nicht nur
Zwischenräume der Steine eindringt, sondern nachdem die
gefüllt sind, sich noch in grossen Massen über den letzter
häuft, und die folgenden Steine daher nur auf dem Kiese l
der bald vom Strome fortgespühlt wird, wodurch die Steine
in Bewegung kommen. Dieser Uebelstand wird vermieden,
man den Kies erst nach der Beendigung der Steinschüttung
bringt, aber gewiss ist alsdann der Nutzen desselben viel ge
und sogar überhaupt sehr zweifelhaft, da er ein festes Lag
die Steine nicht mehr bilden kann. Ein solches stellt sich ind
auch ohne Kiesschüttung mit der Zeit von selbst dar. In
Zwischenräumen zwischen den Steinen wird nämlich die Bewe
des Wassers besonders zur Zeit der hohen Anschwellungen,

Profil des Stromes sich sehr vergrössert, viel geringer als
reien Strome sein; das herabgeführte Material lagert sich also
blich und genau schliessend darin ab, so dass der Strom
st die vollständige Ausfüllung bewirkt. Ich bemerke indessen,
man in den Fällen, wo die Kiesschüttung dennoch Anwen-
findet, auf 4 Schachtruthen Steinschüttung 3 S. R. grobe
ne und 1 S. R. Kies zu rechnen pflegt.

Was die Grösse der Steine und die Stärke und
igung der Steinschüttungen betrifft, so ist diese von
Heftigkeit des Stromangriffs bedingt. Wo die Werke dem
rksten Angriff ausgesetzt sind, wählt man am Rhein dazu den
ulenbasalt aus der Gegend von Remagen und Linz. Die Stücke
rden alsdann in der Grösse gewählt, dass sie durchschnittlich
en Centner wiegen und vermöge ihres grossen specifischen
wichtes, welches etwa 3,2 ist, bieten sie dem Wasser verhält-
smässig nur eine geringe Angriffsfläche dar und liegen daher
ar sicher. Man schüttet sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss hoch, und giebt
nen gewöhnlich eine $1\frac{1}{2}$fache Anlage, obwohl zuweilen auch die
nfache Anlage vorkommt. Ihre Versenkung, besonders in grosser
efe, lässt sich natürlich nicht sehr regelmässig ausführen, aber
en aus diesem Grunde ist es nothwendig, die mittlere Stärke der
hüttung nicht zu schwach anzunehmen, weil es sonst zu leicht
schehn könnte, dass einzelne Theile der natürlichen Ufer-
schung ganz unbedeckt blieben. Durch möglichst sorgfältiges
eilen muss man sich davon zu überzeugen suchen, dass der
asalt ungefähr gleichmässig über die ganze Fläche vertheilt wird.
ne solche Decke giebt dem Ufer den sichersten Schutz, den es
erhaupt erhalten kann: die am härtesten bedrohten Ufer des
heins, und namentlich vor der Neustadt bei Düsseldorf, wo in
olge der scharfen Krümmung die Wassertiefe über 50 Fuss be-
gt, sind auf diese Art ausgedeckt worden. Reparaturen werden
bei von Zeit zu Zeit nöthig, indem einzelne Steine vom Eise
fasst und fortgeschoben werden, oder herabrollen. Die grosse
herheit dieser Deckungsart beruht darauf, dass die entstehenden
cken sogleich durch die darüber liegenden Steine ausgefüllt
rden, und sonach die Beschädigungen nicht sowohl am Fusse
ers oder in grosser Tiefe eintreten können, wo sie am
ichsten sein würden, sondern vielmehr im obern Theile der

Steinschüttung. Man muss daher diese immer soweit verv
ständigen, dass der nöthige Vorrath von Steinen vorhanden
der bei eintretender Beschädigung sogleich nachstürzen ka
Wenn solche Beschädigungen auch Anfangs ziemlich bedeu
sind, so hören sie mit der Zeit fast ganz auf, und dieses r
eben davon her, dass die am schwächsten gedeckten Stellen
nach und nach durch das hinzukommende Material verstär
und die ganze Steindecke besonders an ihrem Fusse durch
herabrollenden Steine stärker wird.

Da die Schachtruthe Basalt im Düsseldorfer Regierungsbez
12 bis 15 Thaler kostet, so deckt man diejenigen Uferste
welche dem Angriff des Stromes weniger ausgesetzt sind,
Schüttungen aus andern minder kostbaren Steinen: beson
werden hierzu die Sandsteine von den Ufern der Ruhr verwe

Doch auch die letzten sind noch so kostbar, dass man
vielen Fällen statt ihrer gebrannte Steine verwendet.
Benutzung derselben für den in Rede stehenden Zweck,
auch für die Bedeckung der aus Strauch erbauten Werke,
eine sehr günstige Gelegenheit, um die Vortheile der Stein-Co
struction bei Strombauten auch solchen Gegenden zuzuweisen,
natürliche Steine gar nicht vorkommen oder deren Beischaff
ausserordentlich kostbar sein würde. Es kommt bei den gebran
Steinen, insofern sie nur zu unregelmässigen Schüttungen be
werden, auf die Form gar nicht an, aber wohl ist es sehr wich
dass sie recht hart und fest sind, und weder beim Froste,
auch bei abwechselnder Nässe und Trockenheit leicht zerfall
Ein Uebelstand, der bei ihrem Gebrauche eintritt, bezieht
darauf, dass sie der Entwendung sehr ausgesetzt sind, indem
bei der sorgfältigsten Aufsicht doch nicht vermieden werden kan
dass während der Nacht die Steine auf den Werken gesamm
und in Kähnen fortgeführt werden. Man suchte dieser Entwe-
dung sonst dadurch vorzubeugen, dass man jeden Stein zerschlug.
Durch dieses Mittel wurde indessen der beabsichtigte Zweck
sehr unvollständig erreicht, denn in vielen Fällen konnten
halben Steine noch eben so gut, wie die ganzen, anderweitig be-
nutzt werden. Ihrer Entwendung war daher nicht vorgebeug
und ausserdem verminderte sich mit der Grösse auch der
stand gegen den Stoss des Wassers und Eises sehr m

n hat es daher in neuerer Zeit für zweckmässiger gefunden, v ungewöhnlich grosse Form zu wählen. Wo man gleiche ine bei irgend einem Bau in der Nähe des Rheins anwenden lt, muss der Besitzer sich ausweisen, wie er zu denselben ommen sei.

Diese Steine sind 12 Zoll lang, 7 Zoll breit und 3 Zoll stark: dicht aufgesetzten Schachtruthe gehören daher sehr nahe 00 Steine. Sie werden unmittelbar am Ufer des Rheins ge- nnt, wo der thonige Niederschlag aus dem Flusse ein sehr s Material dazu liefert. Derselbe günstige Umstand dürfte wahrscheinlich in den meisten Fällen wiederholen, wo die chaffenheit natürlicher Steine so kostbar ist, dass man sie durch stliche ersetzen muss. Die Ufer leiden aber gemeinhin nicht h das Ausheben der Ziegelerde, indem die Gruben in sehr er Zeit wieder zugeschlämmt werden, und man nach wenig en nicht mehr die Stelle erkennen kann, wo man sie eröffnet . Indem man auf diese Art die Erde zu den Steinen ganz er Nähe gewinnt, und ausserdem das Brennmaterial auf dem me leicht beigefahren werden kann, so stellt sich der Preis lich billig. Am Rhein kostet ohnerachtet des hohen Taglohns Darstellung von einer Schachtruthe oder von Tausend Steinen 2 Thaler, wozu noch eben so viel für Brennmaterial und tige Nebenarbeiten kommt, so dass der Preis im Ganzen bis 4 Thaler beträgt. Der vierte Theil der Steine pflegt iger hart auszufallen, man muss denselben daher zur Unter- ang oder auch an solchen Uferstellen verwenden, die einem ken Stromangriffe nicht ausgesetzt sind und daher keiner be- ders festen Decke bedürfen. Die vielfache Anwendung, welche gebrannten Steine im Preussischen Theile des Rheins bei mregulirungen und Uferdeckungen gefunden haben, ist wohl Umstande zu verdanken, dass man bemerkte, wie die Ziegeleien, in Holland häufig auf den Deichen stehn, durch die in grosser sse abfallenden Steinbrocken einen sehr sichern Schutz dem Ufer en und dem Angriffe des Stroms einen kräftigen Widerstand gegensetzen, während ober- und unterhalb derselben das Ufer weiter zurückweicht. Häufig findet sich auch die Gelegen- lte Gebäude in der Nähe des Stroms anzukaufen, wodurch gleichfalls für geringe Preise grosse Massen erhalten kann.

Was endlich die Art der Verwendung der gebrannten Steine betrifft, so gilt für sie dasselbe, was in Beziehung auf die Bruchsteine bereits erwähnt ist: man rechnet wieder auf eine Schachtruthe Schüttung, drei Viertel Schachtruthen dicht aufgesetzte Steine, und ganz gewöhnlich ist es, in diesem Falle noch ein Viertel Schachtruthe Kies gleichzeitig mit den Steinen zu versenken. Ob der letztere hierbei nothwendig und immer unschädlich sei, muss ich nach dem Obigen bezweifeln. Die Stärke der Schüttung und die Neigung stimmt gewöhnlich mit der für Bruchsteine angegebenen überein.

Bei Ausführung der Steinschüttungen vor den Ufern kommt sehr häufig der Fall vor, dass das Ufer entweder im Ganzen, oder doch stellenweise so steil ist, dass die angegebene 1½fache Anlage sich nicht darstellen lässt, ohne dass man vorher eine theilweise *Ausfüllung* vorgenommen hätte. Eine solche wird durch die eigentliche Steindecke vor dem unmittelbaren Angriff des Wassers sicher gestellt, es wäre daher überflüssig, dasselbe kostbare Material, welches für jene erforderlich ist, auch hier anzuwenden; andrerseits aber pflegt eine frische Schüttung sich nicht so fest abzulagern, wie das natürliche Ufer, und sonach erscheint eine Anschüttung von Kies oder wohl gar von Sand als Unterlage für die Steindecke nicht hinreichend sicher. Dazu kommt noch der Umstand, dass vor denjenigen Ufern, wo eine Deckung dieser Art für erforderlich erachtet wird, die Strömung gemeinhin so heftig ist, dass das feine Material gleich beim Herabwerfen vom Strome fortgetrieben wird, und man sonach schon aus diesem Grunde gezwungen ist, gröberes Material zu verwenden. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass die Kosten des Baues sich hierdurch ausserordentlich vermehren, aber die Sicherheit des Erfolges scheint dennoch diese Vorsicht unbedingt zu empfehlen vorausgesetzt, dass das Ufer, welches man decken will, einem starken Angriff ausgesetzt ist. Man pflegt zuweilen durch eine Abstufung von dem feinern Material zu dem gröbern überzugehn. So kommt es am Rhein vor, dass man die eigentliche Anschüttung, welche die Dossirung darstellt, aus Kies bildet; auf diesen zunächst eine 1 Fuss starke Lage kleinerer Basaltstücke bringt, und auf die letztern erst die eigentliche 2 Fuss starke Basaltdecke von grossen Blöcken auswirft.

Die Steinschüttungen werden gemeinhin nur bis zum nie-
gen Wasserstande heraufgeführt, und man lässt sie in
er Höhe in eine regelmässige Steinpackung oder in ein
aster übergehn: Letzteres widersteht wegen der ebenen Ober-
he, sowie auch wegen der geschlossenen Lage der Steine sehr
ftig dem Stosse des Eises, und da der Wasserstand zur Zeit
Eisganges gewöhnlich ein sehr hoher ist, so bleibt die tiefer
ende lose Steinschüttung vor dem Gegenstossen der Schollen
chert. Für das Pflaster tritt indessen der Uebelstand ein,
der Fuss desselben keine hinreichende Unterstützung findet.
nders wenn die Steinschüttung durch das Forttreiben oder
bfallen einiger Steine in Bewegung kommt, so zeigt sich auch
ich in dem dagegen gelehnten Pflaster ein Nachsinken, und
Steine kommen, wenn sie auch nicht herabstürzen, doch aus
geschlossnen Lage. Man vermeidet dieses häufig dadurch,
man das Pflaster etwas zurücktreten lässt, oder durch die
schüttung ein Banket davor bildet, doch ist es nöthig, dass
dieses Banket immer sogleich ergänzt, wie die Steine daraus
stürzen. Einigermaassen lässt sich die Beschädigung des
ters auch durch die Anordnung der Steinreihen in demselben
eiden. Diese müssen nothwendig ungefähr horizontal gerichtet
weil nur dadurch ein Verband dargestellt werden kann, der
erhindert, dass eine Beschädigung am Fusse des Pflasters
gleich bis zu dessen oberm Rande ausdehnt. Wenn man
diese Steinreihen etwas gegen den Horizont neigt, so dass
Lagerfuge zwischen zwei Reihen gegen den Wasserspiegel
abfällt, so wird der erwähnte Vortheil nicht aufgehoben,
stellt sich vielmehr wegen der Spannung in den einzelnen
nreihen noch vollständiger ein. Nichts desto weniger wird
immer das Herabsinken der Steinschüttung, besonders wenn
auf eine grössere Länge eintritt, eine starke Beschädigung des
sters und sogar stellenweise den vollständigen Einsturz des-
en zur Folge haben. Man vermeidet dieses, wenn man, wie
oft geschieht, das Pflaster gegen eine Pfahlwand lehnt und
erhalb derselben zu deren Schutz die lose Steinschüttung an-
gt. Fig. 120 zeigt diese Anordnung, und es ist zur Erklärung
selben nur zu bemerken, dass die Bohlen schon durch die
ine gehalten werden und daher keiner besondern Befestigung

gegen die Pfähle bedürfen. Man erreicht indessen bei Boden und bei geringer Wassertiefe denselben Zweck vi facher, wenn man kleinere Pfähle einrammt, und statt des Zeichnung dargestellten Balkens, nur eine Bohle dagegen Jedenfalls muss das sämmtliche Holzwerk nicht über das n Wasser vortreten, damit es nicht durch die abwechselnde und Trockenheit leiden kann. Ausserdem aber muss man Pfahlreihe, wenn dieselbe nicht zu einem vollständigen, mi Spundwand versehenen Bohlwerke gehört, die lose Steinsch anbringen, welche jedesmal, so oft eine Vertiefung dave tritt, zusammenstürzt, und alsdann wieder vervollständig den muss.

Die Nothwendigkeit zur Reparatur der losen Schüttun sich bei dieser Anordnung des Baues nicht mehr aus de stande des Pflasters zu erkennen, man muss daher durch wiederholte Peilungen sich davon überzeugen, ob die Steinsch noch in ihrer ganzen Höhe vorhanden sei. Endlich erwäh dass man in manchen Fällen, und namentlich wenn das l nur aus kleinern Steinen besteht, mit Pfählchen von etwa 3 Länge ausreicht, welche durch zwischengewundene Reiser zu zäunen verbunden sind. Fig. 101, Taf. XXXVII.

Für das Pflaster gelten in gewisser Beziehung dieselb geln, wie für die Steinschüttung: man muss nämlich, we starker Strom oder Eisgang dagegen gekehrt ist, immer gefasst sein, dass einzelne Steine gelöst oder fortgetrieben können. Ihre Unterlage muss daher wenigstens einigen stand zu leisten im Stande sein. Aber auch die Wasse die sich hindurchziehn, und namentlich das Quellwasser, k anderer Beziehung Beschädigungen veranlassen. Wenn n der Untergrund aus sehr leichtem Boden, also aus Erde ode besteht, so wird dieser mit dem Wasser fortgerissen werde die feinen Körnchen dringen durch die Fugen zwischen de nen hindurch, worauf das Pflaster einsinkt. Um dieses z meiden, ist es in den meisten Fällen nothwendig, das Ufer ches gepflastert werden soll, wenn es aus leichtem Boden b mit Kies oder Bauschutt zu bedecken, und hierin die Stei versetzen. Ohne diese Vorsicht pflegen bedeutende und w holte Reparaturen daran nothwendig zu werden.

Wenn ein starker Eisgang das Ufer trifft, und man wegen Kostbarkeit der grössern Steine eine vollständige Abpflasterung solchen nicht vornehmen kann, so liegt immer ein grosser heil darin, wenigstens in gewissen Abständen einzelne Stellen rig zu sichern. So geschieht es am Rhein, dass man in nden von etwa 5 Ruthen, Streifen von 6 Fuss Breite mit eren Basalten pflastert, die vom niedrigen Wasserstande bis Uferrande heraufgehn, während die zwischenliegenden Theile nit hochkantig gestellten Ziegeln gedeckt werden.

Endlich erwähne ich noch, dass die Steinschüttung und selbst Steinpflaster eine Weidenanpflanzung dazwischen in Fällen gestattet. Zwischen Thonschiefer, Sandstein, Zie- und andern weichen Steinen kann man, wenn das Pflaster zu stark ist, und auf einem passenden Untergrunde ruht, ensteckIinge pflanzen, indem man mit einem Setzeisen Löcher sst. Solche Pflanzungen pflegen nicht nur gut zu gedeihen, rn sie gewähren dem Werke auch noch in doppelter Be- ng Schutz. Nämlich einmal mässigt das Strauch den An- des Stromes und demnächst tragen die Wurzeln noch dazu len Untergrund einigermaassen zusammen zu halten, und sein lles Forttreiben zu verhindern, wenn die Steindecke zerstört en sollte. In vielen Fällen schüttet man auch über die be- ausgeführte Pflanzung etwa 6 Zoll hoch Steinbrocken oder l auf, und gewährt dadurch nicht nur den jungen Pflänz- n einen wesentlichen Schutz, sondern umgekehrt wird auch er die schwache Steinschüttung durch das Strauch gesichert.

Aus den angegebenen allgemeinen Bedingungen der Stein- ructionen folgt unmittelbar die Anordnung der Steinbuhnen. wird sie nur da in Anwendung bringen, wo das Steinmaterial geringe Kosten beizuschaffen ist, also in Gebirgsgegenden, wo Ströme gewöhnlich ein sehr starkes Gefälle haben, und hoch hwellen. Hieraus folgt, dass die Steinbuhnen einer heftigen nung ausgesetzt zu sein pflegen, und daher fest construirt müssen. Ihr Körper darf sonach, wenn er auch mit einer n Decke umschlossen wird, nicht aus feinem Material be- n. Die Gefahr, dass das Wasser hindurchdringen und den oder die Erde herausspühlen möchte, ist bei Buhnen viel er, als bei Uferdeckungen, indem bei gewissen Wasser-

ständen ein merkliches, und oft sogar sehr starkes Gefälle sich vor ihnen bildet. Die früher erwähnten Senkungen im Pflaster zeigen sich daher vorzugsweise bei Buhnen, die aus solchem leichten Material aufgeschüttet sind. Um das Pflaster gehörig aufführen zu können, pflegt man die Krone der Buhnen mit Schüttungen von schweren Steinen zu umgeben, welche in der Höhe des niedrigen Wassers ein **Banket** ringsherum bilden und bei eintretenden Vertiefungen in der Nähe nachstürzen und dadurch den Fuss sichern, ohne dass die Abpflasterung dabei sogleich leidet. Am grössten ist die Gefahr der starken Vertiefung vor dem Kopfe der Buhne, und zwar um so grösser, je steiler derselbe gehalten wird. Aus diesem Grunde pflegt man nicht nur den Kopf sehr flach, also etwa mit dreifacher Anlage aufzuführen, sondern ausserdem auch noch etwa eine Schachtruthe Steine auf dem Ufer daneben aufzubewahren, um sogleich die Ergänzung vornehmen zu können, wie die Schüttung nachzusinken anfängt.

Man hat bei den Steinconstructionen den grossen Vortheil, dass man theils sehr **flache Böschungen** darstellen, theils auch die Kronen in beliebige Höhe legen kann, ohne darauf Rücksicht nehmen zu dürfen, dass Pflanzungen darin noch anwachsen können. Dieselben sind hier ganz entbehrlich, will man sie aber dennoch anbringen, so gedeihen sie selbst in grösserer Höhe über dem Wasser, als dieses in den aus Strauch aufgeführten Buhnen der Fall ist, weil letztere bei ihrer lockern Zusammensetzung während des niedrigen Wasserstandes weit stärker austrocknen, als die Steinbuhnen. In diesen füllen sich sehr bald und gewöhnlich schon während des ersten Winters die Zwischenräume zwischen den Steinen sehr vollständig mit Sand und selbst mit thonigen Niederschlägen an (wenn der Strom solche mit sich führt), und das Weidengesträuch, das man in ihrer Krone pflanzt, gedeiht daher um so besser. Eine Folge dieser Anfüllung der Zwischenräume ist auch das Dichtwerden der Buhnen. Wenn man nämlich bei ihrem Bau die Anwendung von feinem Material vermieden hat, so pflegen sehr starke Wasseradern aus dem Oberwasser in das Unterwasser durch sie hindurch zu ziehn; man bemerkt dieselben an der untern Seite, wo sie oft als starke Quellen heraustreten. Nachtheilige Folgen kann diese Erscheinung wohl nicht haben, indem einestheils das Material zu grob

als dass es durch die Strömung fortgeführt werden, und der dadurch leiden könnte, andrerseits ist aber auch die Wasserge, welche auf diese Art dem Hauptstrome entzogen wird, viel unbedeutend, als dass jener sich dadurch merklich schwächen te. Sobald indessen ein höherer Wasserstand eintritt, und leich grosse Quantitäten von feinem Material durch den Strom bgeführt werden, so dringen diese in die Buhnen ein und ben daselbst liegen: woher in dem nächsten Jahre alle jene llen, die sich anfangs zeigen, vollständig verschwunden sind.

In Fig. 98 *a* und *b* ist der Querschnitt und die Seitenicht einer Buhne dargestellt, wie sie gewöhnlich an der untern sel ausgeführt werden. Man macht den Anfang mit den Steinittungen, die das Werk umgeben. Sie werden unmittelbar auf Strombette angebracht und bis zur Höhe des niedrigen Was- heraufgeführt. Gleichzeitig wird der innere Körper der ne aus grobem Kies aufgeschüttet und zuletzt der obere Theil rohen Bruchsteinen, gewöhnlich mit Thonschiefer gepflastert. Krone des Werkes hat eine Breite von 6 Fuss, die Böungen zur Seite erhalten gewöhnlich eine einfache Anlage, h ist dieselbe zuweilen, wenn ein starker Uebersturz des assers besorgt werden muss, auf der stromabwärts gekehrten te auch anderthalbfach. Der Kopf dagegen erhält mindestens e zweifache und oft eine dreifache Anlage. Die aus der Steinüttung gebildeten Bankete sind 2 Fuss breit. Das Pflaster rd reihenweise in gehörigem Verbande ausgeführt, und zwar so, ss die Reihen mit der Achse des Werkes parallel liegen. Bei n Steinbuhnen ist ebenso, wie bei allen andern Buhnen der opf am meisten der Gefahr der Zerstörung ausgesetzt, und diese itt sogleich ein, wie das Pflaster herabstürzt. Von den Vorchtsmaassregeln, wodurch dieses vermindert werden kann, ist reits die Rede gewesen. Ausserdem ist aber bei den Steinhnen auch die W u r z e l ein höchst gefährlicher Punkt, insofern e Erde im Ufer sich nicht mit den Steinen verbindet. Die tere wird leicht durch das neben den Steinen hindurchdringende asser fortgespühlt, worauf diese sich senken und eine Rinne h bildet, welche bald an Breite und Tiefe zunimmt und das rk vom Ufer trennt. Dieser Fall ereignet sich bei Steinbuhnen häufiger, als bei denjenigen, die aus Strauch erbaut sind.

und dieses rührt ohne Zweifel davon her, dass bei den le
wenn vielleicht auch die Erde in gleicher Weise fortgespült
dennoch die Faschinen nicht herabstürzen, noch auch das
Werk sich in kleine Theile auflöst. Man kann indesse
Durchbruch der Wurzel leicht vermeiden, wenn man die
in der Art, wie Fig. 98 *b* zeigt, noch gegen das höher
etwas heraufführt, und wenigstens das Pflaster ansteigen
Man darf dabei indessen keinen vorragenden Rücken bilde
das Wasser beim Ueberstürze über denselben aufs Neu
anlassung zum Angriff des Ufers finden würde: das Pfla
der Verlängerung der Krone muss vielmehr in das Ufer
lassen werden. Eine Pflanzung pflegt hier aber noch sehr
sam das Ausspülen der Steine zu verhindern.

Einigermaassen ähnlich, aber in mancher Beziehun
sorgfältiger, ist die Ausführung der Parallelwerke im
zösischen Theile der Mosel. Fig. 99 zeigt diese Constru
art. Auch hier schützen zwei Dämme aus schweren Stein
stehend den innern Körper des Werkes. Diese Dämme
aber in das Strombette ein, damit nicht so leicht in Folge
Vertiefung neben ihnen ein Nachstürzen der Steine besorgt
kann. Der innere Körper des Werkes besteht aus den
groben Kiese, der auch gewöhnlich im Preussischen zu
Zweck angewendet wird. Wesentlich verschieden ist ab
Krone, welche aus keilförmig gearbeiteten Sandsteinen ganz
mässig abgepflastert wird: dieses Pflaster lehnt sich gegen s
Widerlagssteine zur Seite, die in den äussern Flächen glei
bearbeitet sind, und auf den Steinschüttungen ruhen. Die g
Sorgfalt, womit die Werke ausgeführt sind, rechtfertigt si
durch, dass sie nicht sobald, als die Buhnen dem starken A
des Stromes entzogen werden, sondern wahrscheinlich eine
chen fortwährend ausgesetzt bleiben werden. Die geringere
steht aber einigermaassen mit der geringern Höhe im Verhäl
Die Krone ist 0,80 Meter (30½ Zoll) breit und erhebt sic
Meter (11½ Zoll) über das gewöhnliche kleine Wasser, di
kete sind 0,30 Meter breit, und dieses ist auch die Stärk
Pflasters. Die Steinschüttung an der dem Strome zugek
Seite wird 0,50 Meter (19 Zoll) in das Bette versenk
gegenüberliegende etwa halb so tief. Die Art der Ausführu

nde: man stösst in der Richtung des Werkes, in der Entng von etwa 8 Fuss von einander, je zwei schwache Pfähle verbindet sie, wie Fig. 99 *b* zeigt, durch ein dagegen geltes Bohlenstück, und legt hierüber zwei Bohlen, welche eine te Brücke bilden. Nunmehr wird von dieser Brücke aus mit Art von Handbagger der Kies von beiden Seiten herangen und unter der Brücke aufgehäuft. Hierdurch bildet sich innere Kieskörper des Werkes, während die beiden Rinnen en Seiten zur Versenkung der Steinschüttung dienen. Diese it wird ziemlich gleichmässig in der ganzen Länge des Werausgeführt, und es geht aus der obigen Mittheilung über die dnung dieser Parallelwerke (§. 70) hervor, dass in dem abhlossnen Theile des Strombettes das Wasser sich senkt, und ch über diesen niedrigen Damm stark überströmt. Dieser tand ist sehr günstig, denn dadurch wird alles feine Material agespühlt und es bleibt der grobe Kies ganz rein liegen. r die Ausführung der Steinschüttungen, sowie des Pflasters, nichts Besonderes zu erwähnen.

Ich gehe nunmehr zur Beschreibung der sogenannten Senkten über, einer Bauart, welche man im südlichen Deutschland namentlich in Baiern und in Oesterreich sehr häufig anwenund zwar nicht nur bei Einbauen, sondern auch bei Uferkungen, und selbst die Leinpfade sind oft auf grosse Längen Senkkasten gelegt, wie dieses z. B. an der Traun der Fall Fig. 100 *a* und *b* zeigt im Grundrisse und in der Seitenicht einen solchen Senkkasten. Er besteht aus einer Umfassung starkem Holze, worin die Steinschüttung sich befindet; zur endung dieser Constructionsart ist es daher nothwendig, dass ohl das Holz, wie auch die Steine nicht theuer sein dürfen.

Die Senkkasten sind oben 12 bis 15 Fuss breit, ihre Länge tet sich nach der der Stämme, doch erhalten sie etwa alle Fuss eine Mittelwand. Die Neigung der Seitenflächen ist ähnlich so gross, dass der obere Rand um den sechsten Theil Höhe des Kastens eingezogen wird. Die Construction ist einfach: die runden Holzstämme werden, nachdem sie in enden Längen zugeschnitten sind, eingekerbt, so dass die übergelegten Stücke ein sicheres Lager erhalten. Die Verung durch Nägel ist sehr schwach und wird vorzugsweise

nur unten und oben angebracht. Die eingeworfenen g
Steine, welche zum Theil auf der innern Seite der Stämm
liegen, geben vorzugsweise durch ihr Gewicht dem ganzen
den Zusammenhang. Es leuchtet ein, dass die sehr steilen
eine grosse Vertiefung vor sich erzeugen müssen, aber de
theil dieser Construction beruht eben darauf, dass der
sich senken kann, ohne dass er dabei leidet. Selbst ei
ungleichmässiges Versinken schadet wenig, und man sieht
sie so stark übergewichen, dass die Wände nicht nur ih
sirung ganz verloren haben, sondern sogar überhängen
pflegt aber durch keilförmig zugehauene Hölzer die Ob
immer möglichst horizontal zu halten, sobald die Erhöhu
selben nöthig wird. Pechmann führt an*), dass er geseh
wie solche Kasten sich nach und nach bis 30 Fuss gesenkt
ohne dass ihre Festigkeit dadurch beeinträchtigt wäre.

Häufig benutzt man die Senkkasten als Buhnenköp
verbindet sie alsdann mit dem Ufer durch die sogenannten B
deren Querschnitt Fig. 100 *c* dargestellt ist, während Fig
die Seitenansicht derselben zeigt. In Abständen von
werden Pfähle senkrecht eingerammt, gegen welche man
schwächere Pfähle nagelt, die schräge eingetrieben sin
zwar so, dass ihr unteres Ende stromaufwärts gekehrt ist.
sowie auch die senkrechten Pfähle werden auf der dem
zugekehrten Seite mit Latten benagelt, und der auf diese
abgeschlossene Raum wird abwechselnd mit Faschinen u
nen angefüllt.

Die Höhe, bis zu welcher die Senkkasten, sowie a
Bänke sich erheben, übersteigt gemeinhin das höchste Fah
um einige Fusse: sie haben daher wenig Dauer, und
kaum erwähnt werden, dass durch Constructionen dieser A
gehörige Regulirung des Stromes nicht herbeigeführt werde
Sie dienen nur dazu, das Wasser an einzelnen Stellen zu
zu halten und einzelne Ufer zu decken. Die Reparatur
aber sehr bedeutend, und doch zeigen diese Werke imm
grosse Unregelmässigkeit und sogar ein baufälliges Ansehn

*) Practische Anleitung zum Flussbau von Pechmann. M
1825. Theil I. §. 44.

würden sie sehr grosse Unordnungen im Strome erzeugen, a nicht die felsigen Ufer oder das schwere Geschiebe dieses änderten.

Es ist bereits erwähnt worden, dass man einzelne Steine selbst groben Kies vor dem Stosse des Wassers sicher stellen a, wenn man grössere Massen derselben durch eine gemein-aftliche Umschliessung mit einander verbindet. Dieses el wird in vielen Fällen angewendet, und zwar gewöhnlich in Art, dass man Strauchbündel oder Faschinen mit Steinen an-. Beim gewöhnlichen Faschinenbau verbindet man das Strauch ganzen Lagen, und bringt auf diese das erforderliche Be-werungsmaterial auf, was jedoch in einem heftigen Strome sse Schwierigkeiten hat. Im vorliegenden Falle dagegen wird Faschine mit dem für sie erforderlichen Beschwerungsmaterial nittelbar versehn: man kann sie daher einzeln versenken, und sie sich auch immer legt, oder wohin der Strom sie auch ben mag, wenn sie Anfangs von demselben noch fortgerollt -den sollte, so trennt sie sich doch nie von ihrem Beschwerungs-terial und dasselbe wird sie daher auf dem Bette des Stromes halten, sobald nicht etwa durch ihre Richtung oder durch das fälle der Sohle ein weiteres Fortrollen möglich bleibt. Man nnt solche Verbindungen Senkfaschinen. Sie erhalten sehr rschiedene Dimensionen und oft sind diese so geringe, dass durch nur leichtere Regulirungswerke gebildet werden, von lchen später die Rede sein soll. Hier gebe ich die Beschrei-ng der grössern Senkfaschinen, welche ansehnliche Quantitäten einmaterial enthalten.

Die Senkfaschinen sind schon seit langer Zeit angewendet orden: eine höchst interessante Nachricht von ihrer frühern nutzungsart befindet sich in dem Archiv zu Königsberg, ich ll dieselbe hier vollständig mittheilen. Die Verbindung zwischen n Frischen Haff und der Ostsee hatte sich im Anfange des hszehnten Jahrhunderts bei Pillau eröffnet, das Fahrwasser and sich aber ein Jahrhundert später, wie es häufig geschehn in einem für die Schifffahrt sehr ungünstigen Zustande, und n war daher ernstlich darauf bedacht, es zu verbessern. Man g dabei von der ganz richtigen Ansicht aus, dass die Ufer der

Meerenge oder des sogenannten Tiefes gehörig befestigt und nach dem Meere zu herausgeführt werden müssten, man schlug dann Zäunungen und besonders das Versenken von Schiffen vor. Der Graf Abraham von Dohna empfahl dagegen die Anwendung der Senkfaschinen. Er berichtete unter dem 28. März 1624, dass er mit dem Baumeister aus Danzig über diesen Gegenstand allerlei Discurse gehabt habe, und derselbe der Meinung gewesen sei, es müsse hier mit Saltitzen*) gebaut werden. Man brauche dazu Aeste von grossen Fichten, in der Länge von etwa 10 Fuss: diese werden in Bündel gelegt, mit Feldsteinen angefüllt, und alsdann mit Weiden zusammengebunden. Die Steine wähle man von der Grösse, dass sie sich mit einer Hand heben lassen, und die ganze Saltitze mache man so gross, dass die vier Mann, die daran arbeiten, sie noch handhaben können. Man lege die Saltitzen entweder frei auf das Ufer, das man schützen wolle, oder versenke sie ins Wasser. Wo eine Grube oder Tiefe vorhanden ist, da sinken sie von selbst hinein, und wo wieder ein Hügel entsteht, da bleiben sie auch liegen, indem sie immer der Form des Grundes sich anschliessen: sie müssen aber nicht parallel, sondern schräge oder oblique gelegt werden. Mit solchen Saltitzen sei die Fahrt vor Ostende, als die Spanier die Stadt erobert hätten, gehemmt worden, so dass man mit trocknen Füssen übergehen können. Es sollen dazu 300000 Saltitzen gebraucht seien, deren jede einen Königsthaler gegolten. Der Danziger Baumeister habe auch am Weissen-Berge ein solches Werk erbaut, das beständig geblieben sei. In Folge dieses Berichtes wurde die Anwendung der Saltitzen für Pillau beschlossen und unter dem 9. Juli 1624 die Lieferung des Strauches und der Steine in Verding gegeben, doch fehlen die fernern Nachrichten, und wahrscheinlich unterblieb der Bau, indem bald darauf der Schauplatz des dreissigjährigen Krieges sich in diese Gegenden zog.

Die Senkfaschinen werden sehr verschiedenartig gebunden, in vielen Fällen begnügt man sich damit, in die gewöhnlichen Faschinen einzelne faustgrosse Steine einzustecken, wodurch ihre Darstellung allerdings am einfachsten wird. Ich werde nur die-

*) Ohne Zweifel hängt dieses Wort mit dem Italienischen Salsiccia (Wurst) zusammen.

Methode speciell beschreiben, welche man bei den Durch- am Oberrhein zur Sicherung der neuen Ufer anwendete: heint mir besonders zweckmässig zu sein, man hat sie auch an dem Französischen Ufer eingeführt *). Ich muss in- die Art der Anwendung dieser Faschinen vorher auseinander : sie werden im Badenschen und Baierschen benutzt, um fer der Durchstiche zu decken. Sobald also der Abbruch is zu der vorher bestimmten und genau markirten Uferlinie dehnt hat, wird sogleich die Ausdeckung vorgenommen, und abei jede Verzögerung zu vermeiden, so werden schon vorher njenigen Stellen, wo nur noch ein schwacher Rand für den rch bleibt, die Materialien beigefahren. Die Deckung besteht , dass die ganze Dossirung mit einer möglichst geschlossnen von Senkfaschinen bis über das kleinste Wasser bedeckt Dieselben liegen sämmtlich mit der Richtung des Stromes lel, und zwar bilden sie Reihen, die normal gegen den Strom hrt sind, und von der Sohle des Bettes bis zur bestimmten am Ufer heraufgehn. Dadurch entstehen freilich durch- nde Fugen, welche jede Verbindung zwischen je zwei Reihen eben. Diese Fugen kann man aber an sich nicht als beson- nachtheilig ansehn, da sie nicht in der Richtung des Stromes n, ausserdem aber ist der Mangel einer Verbindung zwischen wei Reihen nur als vortheilhaft anzusehn, indem eben dadurch Herabrollen der einzelnen Faschinen erleichtert wird, und annehmen darf, dass dieselben jedesmal nachstürzen werden, ld vor dem Fusse eine Vertiefung eintritt. Man stellt die k, auf welcher die Faschinen gebunden werden, unmittelbar Uferrande und zwar parallel zu demselben auf. Sobald eine chine fertig ist, wird sie gleich herabgerollt, dasselbe geschieht der zweiten, dritten und so weiter, bis endlich die Reihe fertig Alsdann erst wird die Bank versetzt, und man schiebt sie t nur um die ganze Länge der Faschine, sondern noch um is 1½ Fuss weiter vor, damit die folgende Reihe nicht durch Vorhergehende gehemmt wird. Die Länge der Faschinen im nschen beträgt 18 Fuss und ihre Stärke 3 Fuss: in Frank-

*) In den *Annales des ponts et chaussées* 1833. II. pag. 70 ff. det sich eine ausführliche Beschreibung dieser Senkfaschinen.

reich machte man sie nur 4 Meter oder 12¾ Fuss lang bei einer Stärke von 2¼ Fuss.

Die **Bank** ist in Fig. 114, Taf. XXXVIII. dargestellt: zwei schwache Bäume oder zwei Stücke Kreuzholz von der Länge, welche die Senkfaschinen erhalten sollen, werden parallel neben einander im Abstande von etwa 2 Fuss auf den Boden gelegt. Man sichert ihre Stelle dadurch, dass acht kleine Pfählchen, nämlich zwei an jeder Seite jedes Baumes und zwar in der Nähe der Enden derselben, in den Boden eingetrieben werden. Hierauf schlägt man wieder in Abständen von etwa 2 Fuss an beiden Seiten schräge Pfähle ein, die sich gegen die ersten Bäume lehnen und an diesen eine sichere Stütze finden, woher es nicht nöthig ist, sie besonders fest im Boden einzuschlagen. Sie müssen auch an der dem Strome zugekehrten Seite jedesmal beim Herauslassen der Faschine angezogen werden, daher ist es nicht zweckmässig, sie fester zu stellen, als gerade nöthig ist. Neben jedes Paar dieser Pfähle legt man sodann einen Riegel, und auf diese Weise bildet sich eine Rüstung, worin man bequem die Packung der Faschinen vornehmen kann. Um aber hierbei ein genaues Maass für die Länge zu haben, so wird an jedem Ende noch ein Pfahl vorgeschlagen, der bis gegen die Mitte der fertigen Faschinen heraufreicht. Fig. 114 *b* zeigt den Grundriss, *a* den Längendurchschnitt und *c* den Querdurchschnitt der Rüstung.

Um die Senkfaschine zu **binden**, legt man für die in der Zeichnung angegebenen Dimensionen sechs Stück gewöhnliche Faschinen in diese Rüstung, und zwar so, dass die Sturzenden von je drei Faschinen an jedem Ende nach aussen gekehrt sind. Sie werden aufgeschnitten und die Sturzenden werden sorgfältig soweit eingestossen oder herausgezogen, dass sie in die Vertical-Ebenen treffen, welche durch die beiden äussern Pfähle markirt sind. Nun breitet man das Strauch gehörig aus über den Boden und die Seiten, so dass ein gleichmässiges Bette sich bildet. Die Oeffnungen an den Enden des Bettes werden durch Pfropfen aus kurzem Strauche geschlossen, und wenn dieses geschehn, so schüttet man gereinigten groben Kies hinein. Zum Füllen einer solchen Faschine gehören nahe 20 Cubikfuss. Man breitet diesen Kies recht gleichmässig aus und legt endlich noch vier Faschinen darüber, die eben so wie die ersten aufgeschnitten und mit den

...nden nach aussen gleichmässig über den Kies vertheilt ...en. Nachdem man die Umhüllung mit Strauch auf diese ...e recht sorgfältig ausgeglichen hat, werden starke Bänder ...aselnuss, Eiche, Esche oder einer andern harten Holzart, ...m in Abständen von 1 Fuss umgelegt. Ueber die Zurich-...dieser Bänder soll später bei Gelegenheit des Faschinenbaues ...ede sein, hier will ich nur das Aufbringen derselben be-...ben. Beim Herabrollen der Senkfaschinen kann es nicht ...n, dass sie starke Stösse erleiden, wobei sie wegen ihres ...en Gewichtes leicht beschädigt werden und wohl gar brechen ...en. Sie müssen daher recht fest verbunden sein: diese ...indung erhalten sie aber allein durch die umgelegten Bänder. ...ommt also darauf an, diese recht fest anzuziehn, was durch ...angegebene Wahl der Holzart möglich geworden ist.

Bevor ein Band aufgelegt wird, schnürt oder würgt man ...Faschine dicht neben der Stelle, wo sie gebunden werden ..., sehr stark zusammen, und dieses geschieht mittelst der in ...114 *d* dargestellten Vorrichtung. Ein starkes Tau, oder da ...n sich bald durchscheuert, besser eine Kette, wird um die ...chine geschlungen und durch die Ringe an den Enden steckt ...zwei starke Hebel von 6 Fuss Länge. Jeder Hebel wird ...h einen Arbeiter recht kräftig herabgedrückt, während ein ...er Arbeiter mit einem schweren hölzernen Hammer auf die ...chine und zwar dicht neben der Kette aufschlägt: dieses ge-...ieht nicht nur oben, sondern auch zur Seite, so weit es durch ...Hebel und die Rüstung nicht verhindert wird. Das Schla-...n befördert wesentlich die Compression des Strauches und das ...rfe Anlegen desselben an die Steine, sowie auch die gehörige ...girung der Füllung, woher dieses eine sehr wichtige Opera-...n ist. Dicht neben der Kette legt man alsdann das gehörig ...bereitete Band auf, in ganz gleicher Weise, wie beim Binden ...r Würste, was später beschrieben werden soll. Das Band kann ...ürlich nicht so fest angezogen werden, wie es mit der Kette ...chieht, aber man hilft auch hier durch Aufschlagen mit dem ...mer nach, um es möglichst auszuziehn, und wenn die Faschine ...h Abnehmen der Kette sich auch etwas wieder ausdehnt, so ...bt dennoch eine solche Spannung vorhanden, dass dadurch ... grosse Festigkeit erreicht wird. Man pflegt zuerst das

mittelste Band aufzulegen, alsdann aber die äussersten, u
diesen geht man wieder nach der Mitte zurück. Die Rüst
so eingerichtet, dass man die Kette und eben so auch die
mit Leichtigkeit durchziehn kann, und indem gleichzeitig
zwei Bänder umgelegt werden, wozu man, wenn die Bänd
hörig vorbereitet sind, nur etwa eine halbe Minute brauc
ist die vollständige Anfertigung einer Senkfaschine in 15
Minuten beendigt. Dabei werden sieben bis acht Arbeit
schäftigt. Sobald alle Bänder aufgebracht sind, zieht m
schrägen Bäume der Bank auf der Stromseite heraus un
mittelst untergesteckter Hebel die Senkfaschine bis über de
rand, von wo aus sie von selbst auf der steilen Dossirun
Bewegung fortsetzt. Fig. 115 *a* zeigt die Senkfaschine
Seitenansicht, *b* im Längendurchschnitt und *c* im Querdurch

Wenn man statt des Kieses grössere Steine benut
sich gehörig verpacken lassen, so ist die sorgfältige Vorbe
der Strauchbettung weniger nothwendig: man kann daher in
Falle die Rüstung oder die Bank ohne Nachtheil entbehre
es genügt, statt derselben nur die Querschwellen in Abs
von 2 Fuss zu verlegen. Auf diese Art sind auch die
faschinen erbaut, welche man am Unterrhein bei Wesel v
hat. Dieselben sind 20½ Fuss lang und 3 Fuss stark, s
ihr körperlicher Inhalt eine Schachtruthe misst. Sie wurden
mit Basalten, theils aber, wo sie weniger dem Strom aus
waren, mit Sandsteinen und in andern Fällen auch mit Z
gefüllt. Man rechnet auf jede derselben zwanzig Stück Fas
und eine halbe bis zwei drittel Schachtruthen Steine.

Sehr wichtig ist es immer, dass die Senkfaschinen
weit gerollt werden, weil sie dabei sehr leiden: man mu
daher unmittelbar neben der Stelle, wo sie versenkt werden
auch anfertigen, und besonders ist dieses nothwendig, we
mit weniger Vorsicht als hier beschrieben wurde, gebunden
den sind, und man vielleicht das Würgen ganz unterlasse

Man wendet die Senkfaschinen auch häufig zu andern Zw
an, als zur Uferdeckung. So werden sie z. B. bei den im F
zösischen ausgeführten Coupirungen der Rheinarme zur
stellung der Dämme benutzt, und in gleicher Weise sind sie
beim Bau der Schwelle oder des Grundwehrs im Büderi

le angewendet. Im letzten Falle war es noch Absicht, sie nweise quer durch den Strom zu legen, und zu diesem Zwecke man ein Schiff, auf welches sie vom Ufer aus herüber-acht wurden, neben der Stelle vor Anker, wo sie versenkt len sollten, und liess sie auf zwei eisernen Stangen, die schräge n das Schiff gelehnt waren, an umgeschlungenen Tauen herab. ie regelmässig versenkt sein mögen, ist bei der grossen Tiefe heftigen Strömung schwer zu untersuchen. Bei den Con-ngen am Oberrhein geschah die Versenkung auf eine ganz re Art. Um zu verhindern, dass sie nicht etwa längs dem mbette fortrollen möchten, verband man je drei Faschinen h aufgebundene Bäume zu einer grössern Fläche, welche all sicher liegen musste. Das Versenken geschah folgender-ssen. Ueber zwei Schiffen war ein Rüstboden angebracht, welchem die Faschinen angefertigt wurden: die Schiffe be-rten sich aber nicht, sondern liessen zwischen sich einen freien m von 17½ Fuss Breite. Eine quadratische Oeffnung von n dieser Länge und Breite befand sich im Rüstboden über freien Raume, und wurde durch eine Klappe geschlossen, che sich um eine horizontale Achse drehen konnte, die von dem n Schiffe zum andern herüberging. Die Klappe war während Zusammensetzung der Faschinen geschlossen und durch vor-chobene Riegel in ihrer Lage ganz sicher gehalten. Sobald r drei Faschinen fertig waren, rollte man diese auf die Klappe d zwar so, dass ein geringes Uebergewicht nach der strom-wärts gekehrten Seite sich bildete. Alsdann verband man die ei Faschinen in der beschriebenen Weise mit einander, und chdem dieses geschehn, schlug man die Riegel zurück. Die lappe drehte sich alsdann, und die Faschinen glitten auf ihr rab und stürzten in den Strom. Die Strömung war indessen heftig, dass sie nicht lothrecht herabfielen, sondern ziemlich weit getrieben wurden, bevor sie den Grund erreichten. Indem man e Schnur an sie befestigte, konnte man sich davon überzeugen, sie lagen, und hiernach die Stellung des Schiffes so ver-ern, dass die folgenden an die gehörige Stelle kamen. Man dete auch noch ein eigenthümliches Verfahren an, um je zwei her Systeme von Faschinen nahe an einander zu bringen: es de nämlich an einer der äussern Faschinen eine feste Oese

aus Weidenstrauch angebracht, durch diese zog man e
reichend starkes Tau, dessen beide Enden man im Schiffe
um es später wieder zurückziehn zu können. An dem n
Systeme befand sich wieder an einer der äussern Faschin
diese und durch diese wurde das eine Ende jenes Taues
falls hindurchgezogen und scharf angespannt, damit dieses
längs dem Tau herabgleiten möchte. Nachdem die zwei
senkung geschehn war, wurde das Tau zurückgezogen.
hoffte auf diese Weise die Verbindungen von je drei Fa
ganz regelmässig neben einander zu legen, doch ist es wo
zweifelhaft, ob dieses wirklich erreicht sei.

Bei Ausführung derselben Coupirungen am Oberrhein
man noch eine andere Methode an, um den Kies in g
Massen zusammen zu halten. Es wurden nämlich Senk
das heisst Kasten von verschiedener Form aus Flechtwe
bildet, die man mit Kies anfüllte und alsdann versenkte. F
a, *b* und *c* stellt einen solchen Kasten in der Form eine
seitigen Prismas in der obern und in beiden Seitenansicht
und zwar zeigt die eine Hälfte der Figur jedesmal die
Ansicht, und die andere den Durchschnitt. Diese Sen
waren 2 Meter (6⅓ Fuss) lang, 1 Meter (3⅙ Fuss) br
0,6 Meter (23 Zoll) hoch, Alles im Lichten gemessen. Sie
daher 1,2 Cubikmeter oder 39 Cubikfuss. Ihre Anfertigu
schah in der Art, dass man die vier Seitenwände in einem
den Boden und Deckel aber besonders bildete. Man steck
Stäbchen, welche umflochten werden sollten, mit ihren zuges
Enden senkrecht in den Erdboden und zwar im Abstan
0,15 Meter oder 5¾ Zoll von Mitte zu Mitte. Sodann floch
die Weidenruthen herum, und stellte dadurch jeden der erw
Theile in den erforderlichen Dimensionen dar, doch wurde i
Deckel eine Oeffnung freigelassen, die zur Füllung diente
so gross war, dass man den Arm noch bequem hindurchst
konnte. Die Oeffnung bildete sich sehr leicht, indem m
Flechtruthen vor derselben, nachdem die letzte Sprosse ums
gen war, wieder zurückzog und in entgegengesetzter Ric
weiter führte. Hierauf wurden die zugespitzten Sprosse
Seitenwände durch den Boden und zugleich durch den Deck
Korbes hindurch gestossen, und über und unter den langen

wei Stäbe durch Weidenbänder mit einander verbunden. Als-
war der Senkkorb fertig, und man stellte ihn auf die Klappe
chen den beiden Schiffen, wovon schon die Rede war. Hier
man ihn mit gereinigtem Kies an, und schob zuletzt durch
freigebliebene Oeffnung, die etwas länger als breit war, noch
Stück Flechtwerk ein, welches diese Oeffnung reichlich schloss,
durch Weidenruthen festgebunden wurde, die man schon vor-
zu diesem Zweck daran befestigt hatte.

Der in Fig. 117 dargestellte Senkkorb, der mit dem ersten
che Länge hat, ist etwas fester als jener, indem seine drei
en Seiten im Zusammenhange geflochten sind. Am einfachsten
der Construction und zugleich am festesten ist jedoch der in
118 *a* im Querdurchschnitt und 118 *b* in der Seitenansicht
im Längendurchschnitt dargestellte Senkkorb. Zehn starke
eige von 3 Meter oder 9½ Fuss Länge bindet man an ihren
den fest zusammen. Alsdann schiebt man einen hölzernen Reif
etwa 20 Zoll Durchmesser in der Mitte zwischen diese
eige ein, und vertheilt dieselben recht gleichmässig auf seinem
fange. Nunmehr umflicht man wieder mit Weidenreisern von
den Enden aus nach der Mitte hin diese Zweige: dabei wird
Oeffnung zum Füllen frei gelassen, welche auch zur Vollen-
ng des Flechtens nothwendig ist. An beiden Enden des Korbes
n man indessen das Flechtwerk nicht weit genug fortsetzen,
einen gehörig dichten Schluss hervorzubringen, man schiebt
er zu diesem Zweck von innen noch Stroh-Büschel ein, welche
Herausfallen des Kieses verhindern. Vor der Füllung stösst
n endlich zwei Stöcke durch den Korb, wie die Figur zeigt,
zu verhindern, dass er nicht etwa durch den Strom fortgerollt
den möchte. Die Füllung mit Kies erfolgt wieder in der
en beschriebenen Weise.

Es entsteht die Frage, ob die beschriebenen Senkkörbe so
sind, dass sie wirklich den eingefüllten Kies zusammenhalten,
ob sie nicht vielleicht gleich beim Herabstürzen vollständig
chädigt werden. Da ihr Gewicht bei der vierseitigen pris-
tischen Form gegen 40 Centner beträgt, so sollte man das
ste in der That vermuthen. Defontaine giebt an, dass nur
der zwanzigste Theil von der ganzen Anzahl der Körbe be-
ädigt worden sei, und auch diese wären nicht verloren, sondern

man hätte sie, nachdem der Kies herausgefallen, wieder a fangen und aufs Neue gefüllt. Im Badenschen erzählte man dagegen den Verlauf der Sache ganz anders, und wiederholt hörte ich die Behauptung, dass, so oft man Körbe versenkt dieselben in grosser Menge den Rhein herabgeschwommen gegen die Ufer getrieben wären, so dass grosse Massen gesammelt und als Brennholz verbraucht worden seien.

Eine andere Methode, den Kies zu grössern Massen binden, besteht darin, dass man Mörtel hinzusetzt und Béton verwandelt. Dieses Verfahren, welches ohne Zweifel weit grössere Sicherheit als das zuletzt beschriebene gewährt man bei dem Hafenbau in Algier angewendet. Bei Ström ist davon wohl nie Gebrauch gemacht worden.

Ende des ersten Bandes vom zweiten Theil.

Druck und Papier der Hofbuchdruckerei in Altenburg.

Handbuch

der

Vasserbaukunst

von

Dr. G. Hagen,
ıen Ober-Baurath und Mitglied der Academie der Wissenschaften
in Berlin.

Zweiter Theil:

Die Ströme.

Zweiter Band mit 18 Kupfertafeln.

Zweite Auflage.

Königsberg in Preussen
i den Gebrüdern Bornträger.
1854.

Inhalts-Verzeichniss

vom zweiten Bande des zweiten Theiles.

Zur Nachricht.

Der zweite Theil dieses Werkes wird noch in einem dritten fortgesetzt werden, der dritte Theil dagegen, die Bauten an betreffend, wird nur aus einem Bande bestehn.

Elfter Abschnitt.

gulirung der Ströme.

(Fortsetzung.)

---

den Zweck der Strauchpflanzungen zu sichern, müssen di daher alle zwei bis vier Jahre abgetrieben werden, und d bei gewonnene Material deckt in vielen Fällen den gan darf zur weiteren Fortsetzung der Strombauten oder liefert stens einen grossen Theil desselben.

Demnächst ist der Faschinenbau, wenn er mit Vorsi geführt wird, keinesweges als eine zweifelhafte und leic gängliche Constructions-Art anzusehen. Die Buhnen u deckwerke aus Faschinen bilden vielmehr, der Feinheit de rials unerachtet, eine fest verbundene Masse, welche woh äussern Flächen vom Strome angegriffen und vom Eise abg wird, die aber nicht leicht durchbrochen werden kann. wenn der Strom in Folge eines besonders starken Ang einzelnen Stellen vertiefte Rinnen gebildet hat, so setzt Zerstörung doch nur langsam fort, und wenn man die Rep nicht unterlässt, sobald der Wasserstand sie erlaubt, so k diese Werke viel leichter vor einem Durchbruche sichern, massiven, deren Zerstörung sehr schnell und oft plötzlic folgen pflegt, wenn zufällig die abgepflasterte Decke gel

Die erwähnten Umstände haben dem Faschinenbau allgemeinen Eingang verschafft, und der kräftige Widerst besonders neue Werke aus Faschinen dem Angriffe des und Eises entgegensetzen, hat vielfach jede Besorgniss i auf ihre Dauer unterdrückt. Nichts desto weniger stellt s solche nach Verlauf einiger Jahre als sehr begründet dar. nämlich nur feines Beschwerungsmaterial die Faschinen so bemerkt man bald, dass die Köpfe der Buhnen un auch ihre Seitendossirungen von dem vorbei- oder darü menden Wasser und Eise angegriffen werden; besonde leiden dabei die höchsten Theile oder die Kronen der We ohne besondern Schutz gar nicht zu halten sind. Diesen giebt man ihnen gemeinhin durch Bepflanzung mit Weiden und dasselbe scheint auch anfangs vollkommen zu genügen nicht etwa anhaltendes Hochwasser oder ein langer be niedriger Wasserstand zum Absterben der jungen Pflanzreis anlassung giebt. Doch auch wenn diese ungünstigen Fäl eintreten, so ist es unmöglich, die Strauchpflanzung auf den für die Dauer regelmässig zu erhalten. An einzelnen Stell

urchbrochen, während sie an andern, wo der Strom mässiger ppig fortwächst und zur Ablagerung von grossen Sandmassen alassung giebt, die sich bald weit über die ursprüngliche e der Buhne erheben, und indem das Strauch immer von m durch den Sand hindurchwächst und sich darin weiter reitet, so entstehen Unregelmässigkeiten, die oft eben so gross als diejenigen, welche man durch die Stromregulirung beɫen wollte. Dazu kommt noch, dass die Köpfe der Buhnen und nach immer steiler werden und abbrechen, folglich die mässige Beschränkung des Strombettes mit der Zeit verindet, und man nach zehn oder funfzehn Jahren gezwungen dieselbe Stromstrecke aufs Neue zu verbauen.

Wenn diese Darstellung mit derjenigen Ansicht im Widerche steht, die vor einigen Jahrzehenden ganz allgemein anmmen war, und die auch heute noch viele Anhänger hat, so ich nur auf die Thatsache hinweisen, dass diejenigen Ströme, welchen jene günstigen Erwartungen eben die Bestätigung geen haben sollen, auch jetzt noch nicht regulirt und selbst an Stellen, wo man die Werke gebaut hat, grossentheils wieder k verwildert sind. In Holland zeigt sich derselbe Erfolg. nn man dort bei Anlage der Buhnen auch nicht die Absicht den Strom zu reguliren, und vielmehr nur die Ufer decken die Deiche schützen will, so wird dennoch auch dieser beränkte Zweck nur dadurch erreicht, dass man jährlich sehr eutende Reparaturen vornimmt und die Werke nach wenig ren vollständig erneut.

Der Faschinenbau steht noch in anderer Beziehung der Steintruction nach. Wenn man ihn ganz rein und ohne Anwendung r Steindecke durchführen will, so müssen die Kronen der ke in einer solchen Höhe liegen, dass die Buschpflanzung denselben weder aus Mangel an Feuchtigkeit, noch auch in e anhaltender Ueberfluthungen abstirbt. Durch diese Bedingen wird ihre Höhe auf so enge Grenzen beschränkt, dass in vielen Fällen die Werke gar nicht so tief herab, oder eit herauf führen kann, wie es nach den oben (§. 73) entelten Regeln Behufs der Stromregulirung erforderlich ist.

Endlich lässt sich der gewöhnliche Faschinenbau nur bei rigem Wasserstande, das heisst bei einem solchen ausführen,

der die beabsichtigte Kronenhöhe noch nicht erreicht, un
heftiger Strom erschwert ihn oft selbst in diesem Falle a
ordentlich, wogegen das Versenken der Steine zur Darst
des innern Körpers der Werke auch bei höherem Wasse
in starker Strömung ausführbar ist.

Ohnerachtet dieser Uebelstände ist der Faschinenbau de
bei Stromregulirungen so wichtig und häufig so nothwendig
eine genaue Beschreibung desselben nicht umgangen werden
Wenn man aber die aus Faschinen erbauten Werke nicht be
sondern sie durch eine Steindecke schützt, oder wo mögli
Krone und den obern Theil der Dossirungen abpflastert, s
schwindet nicht nur der grösste Theil der erwähnten Mängel
dern man erreicht hierdurch sogar mehr Festigkeit und Dauer
keit, als wenn die Buhne im innern Körper nur aus Kies b

Das Strauch- oder das Faschinenholz hat ein so ge
specifisches Gewicht, dass es ohne weitere Belastung nic
gewendet werden darf. Es ist ausserdem aber auch nöthi
Zwischenräume zwischen den einzelnen Reisern sogleich
füllen, um das Durchfliessen des Wassers durch das W
verhindern, wodurch die Festigkeit des dünnen Holzes ba
den würde. Es muss sonach jedesmal ein feineres oder gr
Beschwerungs-Material beim Faschinenbau in Anw
kommen. Dieses kann auf verschiedene Weise geschehen
Beschwerungs-Material wird nämlich entweder in jedes e
Strauchbündel mit eingebunden. Dadurch entstehen die S
faschinen, von welchen schon die Rede war (§. 74). Ma
aber auch grosse Massen von Strauch auf besondern Rüs
mit einander verbinden, die auf dem Wasser schwimmen
der Baustelle geführt und durch aufgeworfene Steine oder a
Material versenkt werden. Dieses sind die Senkstücke,
ich beim Seebau beschreiben werde, weil sie vorzugsweise
Meeresküste Anwendung finden. Endlich verbindet man d
schinen auf der Baustelle selbst zu dünnen Lagen und v
diese, wobei man gewöhnlich ein feines Beschwerungs-M
wählt. Die letzte Methode findet bei Stromregulirungen v
weise Anwendung und man nennt sie Packwerksba
auf solche Weise erbauten Werke, mögen es Buhnen oder P
oder Uferdeckwerke sein, heissen Packwerke.

Die wichtigsten Rücksichten dabei sind:

Erstens muss das ganze Werk an allen Seiten, soweit es ht, gehörige Böschung erhalten und darf sich nirgend steil en.

Zweitens müssen die Faschinen möglichst parallel auf einan- legen. Man vermeidet dadurch Höhlungen im Innern und ht noch den Vortheil, dass die einzelnen Reiser vielfach in ler greifen und sich förmlich verfilzen.

Drittens dürfen die einzelnen Lagen beim Versenken nicht eil oder, wie man zu sagen pflegt, auf den Kopf gestellt n, wobei das Beschwerungs-Material herabfallen würde.

Viertens endlich muss jede folgende Lage die vorhergehende ig überdecken, um das Abtreiben des Beschwerungs-Mate- durch den Strom zu verhindern. Diese letzte Bedingung sich mit der ersten nur dadurch vereinigen, dass man die elenden der Faschinen nach aussen legt.

Man findet schon in ältern Schriften über den Strombau he Andeutung dieser Erfordernisse; das methodische Ver- n, wodurch denselben möglichst genügt wird, kam indessen in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts, und zwar am ssischen Nieder-Rhein zur Anwendung. Im Jahre 1750 setzte Wasserbaumeister Bilgen ausführlich auseinander, dass die rigen steilen Packwerke, welche das Ufer vor Wesel sichern n, gar keinen nachhaltigen Erfolg hätten, und man daher zweckmässigere Methode wählen müsste. Er schlug selbst nderes Verfahren vor, welches sich von dem früheren vor- veise dadurch unterscheidet, dass die Lagen nach dem Ver- n möglichst wenig geneigt sind und das ganze Werk eine e Böschung erhält. Die Aenderung war so bedeutend, dass manche Zweifel dagegen erhoben sein mögen. Friedrich II. suchte selbst den Gegenstand bei seiner nächsten Anwesen- in Wesel und genehmigte Bilgen's Vorschlag. Seit die- Zeit wurden die dortigen Bauten darnach ausgeführt und es i dem eigentlichen Packwerksbau seitdem keine wesentliche erung eingeführt worden.

Die verbesserte Constructionsart scheint indessen nicht sobald nnt geworden und auf andere Ströme übertragen zu sein.

Silberschlag *) behandelt in seiner Hydrotechnik, die 20 später erschien, den Faschinenbau so kurz, als ob es auf di wie die Faschinen ausgeworfen und die Lagen angeordnet w gar nicht ankäme. In derselben Zeit machte Schemerl Reise durch das nördliche Deutschland und erklärte **) die ten, die er von Uerdingen abwärts bis an die Holländische gesehen, für die Hauptschule des Strombaues. Die Methode, er empfiehlt und speciell beschreibt, ist, wie er selbst sagt, andere, als diejenige, welche er hier kennen lernte und Bilgen eingeführt hatte, dessen er auch erwähnt. Ausfüh und in mancher Beziehung viel vollständiger als Schem Eytelwein ***) dieselbe Constructionsart beschrieben und ganzen nördlichen Deutschland allgemeinen Eingang versc

In Holland ist eine wesentlich verschiedene Methode die im Allgemeinen wohl ohne Zweifel der unsrigen na und nur Anwendung finden kann, wenn der Strom schw und die Einbaue abwärts oder declinant gerichtet sind, od sogar parallel zum Strome längs dem Ufer hinziehen. desto weniger ist diese Bauart in mancher Beziehung doc tig, und einzelne Theile derselben dürften unter Umstän Vortheil nachzuahmen sein: ich will daher auch ihre Be bung später folgen lassen.

§. 76.

Material des Packwerksbaues.

Unter den verschiedenen Materialien, die zum Packw erforderlich sind, verdient das Strauch zunächst Erw Die einzelnen Reiser müssen nicht zu kurz sein, weil ih bindung sonst zu unsicher ausfallen würde. Sie dürfen weder verfault, noch verrottet, noch auch besonders spröd damit sie gebogen werden können, ohne zu brechen. Es ist

*) Ausführlichere Abhandl. der Hydrotechnik. I. Theil. 1772.

**) Abhandlung über die vorzüglichste Art, an Flüssen und S zu bauen. Wien 1782.

***) Praktische Anweisung zur Construction der Faschine Berlin 1800.

theilhaft, wenn das Strauch dem Drucke leicht nachgiebt, und ach an allen Stellen durchbiegt, wo es nicht vollständig unterzt ist. Hierdurch gelingt es am sichersten, alle Höhlungen freien Räume im Werke auszufüllen. Dieses ist der Grund, halb keine dicke Aeste zugleich mit dem Strauche verpackt den dürfen.

Die sämmtlichen Holzarten sind zwar nicht gleich brauch- doch giebt es wohl keine, welche man als ganz unbrauchbar Faschinenbau verwerfen müsste. Die Festigkeit und Dauerkeit ist besonders zu beachten; wenn indessen das Werk ig ist, und sich vollständig gesetzt hat, auch vom feinen Bewerungs-Material ganz durchzogen ist, so dient das Holz nur h dazu, um den unmittelbaren Angriff des Stromes abzuweisen das eingeschlossene Beschwerungs-Material zusammen zu hal-, während dieses durch sein Gewicht dem Drucke und Stosse Wassers und Eises Widerstand leisten muss. Hat man ausser- das Werk mit einer Steindecke umgeben, so kommt die stigkeit des Holzes noch weniger in Betracht: sie wird nur in spruch genommen, wenn die Decke durchbrochen werden sollte. ch auch die weichen Holzarten behalten während einer langen ihe von Jahren genügende Festigkeit, wenn sie immer nass iben und zugleich dem unmittelbaren Angriffe des Stromes nicht gesetzt sind, oder vom fliessenden Wasser nicht berührt wer-. Man überzeugt sich hiervon leicht, wenn man gezwungen alte Faschinenwerke aufzureissen.

Aus den angeführten Gründen wird das Weidenstrauch ganz gemein als ein durchaus brauchbares Material zum Packwerks- angesehen. Andere weiche Holzarten, wie Ellern, Pappeln, pen u. dergl. dürften der Weide aber nur in sofern nachstehen, sie etwas spröder sind. Hauptbedingung bleibt es indessen Anwendung jedes weichen Holzes, dass das Strauch frisch braucht werden muss, weil die Sprödigkeit, die es beim Trock- annimmt, sehr nachtheilig wirkt und beim unvermeidlichen Bie- sogleich ein Brechen veranlasst. Hat das Strauch aber Monate durch und besonders in heisser Witterung gestanden, so tritt jedem weichen Holze noch ein anderer viel grösserer Uebeld ein: dem Zutritt der Luft entzogen verrottet es nämlich len dicht aufgestellten Faschinen-Haufen. Es geschieht als-

dann wohl, dass die Faschinen schon beim Aufheben zerbrechen. Ein solches Material lässt sich nur noch an denjenigen Stellen benutzen, wo keine Strömung stattfindet, wo man daher die Sandschüttung auch unmittelbar und ohne Anwendung von Strauch vornehmen könnte.

In dieser Beziehung zeigen die harten Holzarten, wie Eichen, Buchen, Birken, Haselnuss und andere einen wesentlichen Vorzug. Sie verlieren zwar auch einen Theil der Biegsamkeit und Zähigkeit, die sie im frischen Zustande hatten, aber sie behalten viel länger den erforderlichen Grad der Festigkeit. Man thut daher wohl, in solchen Fällen, wo der Eintritt des günstigen Wasserstandes sehr unsicher ist, nur hartes Holz zu wählen.

Ein anderer Umstand, der bei der Wahl des Holzes in Betracht kommt, bezieht sich auf die grössere oder mindere Dichtigkeit, welche es beim Verpacken annimmt. Wenn die Dimensionen der einzelnen Reisbündel oder Faschinen dieselben sind, so enthält die Faschine aus Weidenstrauch eine viel grössere Menge Holz, als die aus Eichen- oder Buchenzweigen gebundene. Dieses rührt davon her, dass die Nebenzweige der letzten Holzarten nahe unter einem rechten Winkel vom Hauptzweige ausgehen, während beim Weidenstrauche beide nur wenig divergiren. Hiernach fallen die im Strauche bleibenden hohlen Räume bei verschiedenen Holzarten verschieden aus, und jedenfalls ist das zum Ausfüllen derselben erforderliche Quantum Beschwerungs-Material um so grösser, je grösser sie sind. Wenn das Packwerk aber in starken Lagen ausgeführt wird, und jene Zwischenräume sich daher nicht gehörig füllen können, so erfolgt ein weit stärkeres Setzen des ganzen Werks, oder man braucht eine grössere Anzahl Faschinen, wenn dieselben aus Buchen oder Eichen, als wenn sie aus Weiden, Pappeln, Haselnuss und dergleichen Holzarten bestehen. In Bezug auf die Festigkeit des fertigen Baues darf man die im einzelnen Reisbündel befindlichen vielen Zwischenräume nicht grade als nachtheilig ansehen, indem der hineindringende Sand durch die sich kreuzenden Zweige eben so sicher geschützt wird. Häufig dürfen indessen die Lagen nur eine geringe Dicke erhalten, müssen aber dennoch beim Auftreten der Arbeiter nicht vollständig eintauchen oder im Wasser versinken. In diesem Falle ist es vortheilhaft, wenn die Reiser in den Faschinen nicht nur rech

lossen liegen, sondern auch ein möglichst geringes specifi-
Gewicht haben. Das Letzte geschieht, wenn die Faschinen
s etwas trocken sind, und in Holland wird zu diesem Zwecke
ilen sogar Rohr zwischen das Strauch gebracht. Dieses Be-
iss tritt indessen nie für den ganzen Bau, gewöhnlich auch
einmal für die ganze Lage, sondern nur für deren vorde-
Theil ein. Man kann daher, wenn die Faschinen nach
Holzarten gesondert sind, alle an gewissen Stellen zweck-
ig verwenden.

Dabei entsteht noch die Frage, ob es vortheilhafter ist, be-
te oder unbelaubte Faschinen zu verpacken. Nach-
g können die Blätter eben so wenig sein, als man einen
deren Nutzen sich von ihnen versprechen darf. Jedenfalls
lt aber eine stark belaubte Faschine, namentlich von Ellern
anderem Holze, dessen Blätter gross und dick sind, bei gleichen
nsionen weniger Holz-Material, als eine unbelaubte. Man
zeugt sich hiervon leicht, wenn man die in vollem Laube
lieferten Faschinen einige Tage hindurch stehen lässt, und
nachdem die Blätter vertrocknet und abgefallen sind, nochmals
. Ihr Volumen ist alsdann sehr auffallend kleiner geworden,
s früher war. Die Verkäufer bemühen sich daher auch im-
die Faschinen möglichst schnell abzuliefern, weil sie von
zu Tage an Masse und sonach bei den üblichen Ankaufs-
ngungen auch an Werth verlieren. Für den Bau ist es aber
leichem Maasse vortheilhaft, dass die nutzlosen Blätter nicht
so wie das Reis bezahlt werden. Das Laub in den Faschinen
dessen, hiervon abgesehen, nicht ohne Einfluss auf den Bau:
mt dasselbe nämlich sehr reichlich in einer Lage vor, so ver-
rt es das schnelle Eindringen des Senkmaterials. In manchen
n ist dieses vortheilhaft: so wird z. B. der feine Sand durch
Laub sehr sicher auf den noch schwimmenden Lagen gehalten,
end er durch unbelaubtes Strauch hindurchfällt und im Strome
eführt wird. In andern Fällen, wenn nämlich die Packung
n auf dem Grunde liegt, ist es dagegen wünschenswerth, das
hwerungs-Material gleichmässig in die Zwischenräume zu
gen. Ferner kommt hierbei noch der Umstand in Betracht,
auch die Luft zwischen den Blättern länger zurückgehalten
. Die Lage schwimmt daher anfangs besser und erlaubt ein

[illegible], während sie, nachdem sie vom Wasser
[illegible] um so sicherer fortsinkt. Endlich ist noch zu erw
[illegible] die [illegible]belaubte Faschine wegen der grösseren Fläc
[illegible] einen stärkeren Angriff vom Strome erfährt,
[illegible]. An denjenigen Stellen, wo man die einzelnen
[illegible] Faschinen nur mit Mühe halten kann, wird ma
[illegible] Strauch wählen müssen.

Man meint häufig, dass Faschinen aus Nadelhol
untauglich zum Packwerksbau sind. Diese Ansicht ist
[illegible] nicht richtig und gilt nur für gewisse Fälle. D
hältniss der körperlichen Masse der Nadeln zu der des
stellt sich wohl immer grösser, als das des Laubes hera
Nadel besitzt dagegen eine grössere Festigkeit und Da
das Blatt, sie trocknet auch nicht so schnell und man ka
[illegible] die Faschinen aus Nadelholz gemeinhin verpacken, be
Nadeln abgefallen sind. Ist dieses geschehen, so halten die
den Sand in derselben Art zurück, wie feine Zweige.
hält man es häufig für sehr nachtheilig, dass die Faschi
Nadelholz nicht cylindrisch oder konisch gestaltet, sonder
ist, besonders findet dieses bei den fächerförmigen Zweig
[illegible] (*Pinus picea*) statt, die in den östlichen Pr
des Preussischen Staates sehr häufig vorkommt. Dieser Un
verbunden mit der geringeren Tragfähigkeit oder dem grö
spezifischen Gewichte der Faschinen aus frischem Nadelholz
hindert freilich in manchen Fällen die Anwendung derselben
namentlich im vorderen Theile der Lage; in der Ueberd
oder der sogenannten Rücklage und im hinteren Theile
ihrer Verwendung aber nichts entgegen.

Es ergiebt sich hieraus, dass keine Holzart beim Pack
bau ganz unbrauchbar ist. Für den grössten Theil des Ba
körpers hat sogar keine vor der andern einen überwieg
Vorzug, wenn nur das Holz gesund und nicht etwa schon
[illegible] ist. Nur in den äussern Theilen der Lage muss m
der Wahl vorsichtig sein, und es ist daher nothwendig, das S
bei der Ablieferung gehörig zu sortiren, auch die frühere
späteren Lieferungen derselben Holzart nicht auf einen H
zu stellen. Ich muss aber noch bemerken, dass man in H
nicht nur, wie bereits erwähnt, statt des Strauches auch

ndet, sondern es geschieht daselbst wohl, dass man sogar Abfall der Faschinenhaufen, also die abgebrochenen Reiser, kne Blätter und selbst Stroh und Heidegras zur Ausfüllung elner Unebenheiten im Innern des Baues verwendet.

Das Strauch wird beim gewöhnlichen Packwerksbau nicht aufgebracht, sondern es ist vorher in gleichmässigen Bün- oder in Faschinen zusammengebunden. Da es aber in die- Zustande bequemer auf Wagen und Schiffe verladen werden ı, so geschieht das Binden der Faschinen bei grösseren en nicht auf der Baustelle, sondern schon im Walde, wo Strauch geschnitten wird. Es wird sonach gemeinhin die erung gebundener Faschinen ausbedungen, und wenn Grösse derselben bestimmt ist, so lässt sich auch um so ter die Masse des beigefahrenen Strauches beurtheilen, in- man die Faschinen nur zu zählen braucht.

Die Faschine erhält solche Dimensionen, dass man sie em tragen und auswerfen kann. Zu schwer darf sie nicht , da die Arbeiter auf dem angefangenen Werke keinen festen haben und daher auch nicht stark belastet werden dürfen. erseits darf ihr Gewicht aber auch nicht zu geringe sein, sonst die Beischaffung des erforderlichen Quantums zu viel erfordern würde. Die Faschine ist gewöhnlich so lang, ihr Schwerpunkt, wenn sie aufrecht gestellt ist, etwas unter Höhe der Schulter des Arbeiters liegt. Die Faschinen sind n der Baustelle in Haufen aufgesetzt und zwar so, dass sie ntlich auf dem Stammende stehen. Der Arbeiter, der eine ragen will, braucht sie nur gegen die Schulter zu lehnen ihr Stammende etwas zu heben, wodurch sie sogleich auf e Schulter fällt und diejenige Lage annimmt, worin sie am emsten getragen werden kann. Die Länge beträgt hiernach efähr 10 Fuss, ihre Masse ist aber nicht gleichmässig auf ganze Länge vertheilt, sondern der Schwerpunkt liegt näher Stammende, als dem Wipfelende. Der Durchmesser in der e hält bei starkem Zusammenziehen der Faschine gewöhnlich Zoll, während er am Stammende grösser ist und oft gegen Fuss beträgt. Der cubische Inhalt der Faschine stellt sich nach ungefähr auf 3 Cubikfuss.

Ueber die Anfertigung der Faschinen ist zu ken, dass, wenn auch nicht alles eingebundene Strauch di Länge hat, doch wenigstens ein grosser Theil desselben sein muss, als die Faschine. Man stellte oft die Bedingun wenigstens die Hälfte des Strauches durch die ganze Län durchreichen soll und nur die andere Hälfte aus kürzere bestehen darf. Durchaus verwerflich ist es, wenn ein dicke in die Mitte gelegt und kurzes Strauch herumgebunden wi die Faschine biegsam bleiben muss. Gemeinhin stellt Bedingung, dass Zweige, die am Stammende 1½ Zoll Durc haben, nicht mehr eingebunden werden dürfen, oder doch stens als das Maximum der zulässigen Stärke zu betracht

In sofern das Binden und Zurichten der Faschinen g lich von den Lieferanten besorgt, und häufig ungeübten A überlassen wird, so pflegt es nicht mit besonderer Sorg geschehen. Es kommt hierauf auch wenig an, da die Fe des ganzen Baues nicht von den Bändern der einzelnen Fa abhängt, und diese eigentlich nur beim Verpacken des St von Nutzen sind. Diese Bänder stimmen mit denjenigen ü womit die Würste versehen werden: letztere sollen spät führlich beschrieben werden. Ein starkes Würgen oder Zusa ziehen beim Binden der Faschinen ist nur nöthig, wenn si sogleich verbraucht werden sollen, und man besorgen muss sie bis zum Verpacken stark eintrocknen und ganz lose könnten. Man pflegt jede Faschine zweimal zu binden untere Band ist etwa 1½ Fuss vom Stammende entfernt, w das andere ungefähr auf die halbe Länge der Faschine wie Fig. 104 Taf. XXXVII. zeigt. Die Anbringung eines ten Bandes ist nicht nur überflüssig, sondern sogar nachth indem dadurch gemeinhin die Verwendung von vielem k Strauche versteckt werden soll.

Bei Abnahme der Faschinen muss man sich beso davon zu überzeugen suchen, dass sie wirklich die geh Quantität Strauch enthalten: man muss also die Dimensi gehörig prüfen. Wenn man, wie zum bequemen Aufnehmen Faschinen erforderlich ist, dieselben in grosse Haufen und aufrecht stellt, so kann man sich ohne Mühe davon überze ob sie die gehörige Länge haben. Ihre Stärke ist nicht so l

ermitteln und man muss sich darauf beschränken, die Probe einzelnen vorzunehmen. Hierzu bedient man sich häufig eines rnen Ringes Fig. 105, der mittelst eines Charniers geöffnet um die Faschine gelegt werden kann. Diese Probe ist insen ziemlich unbequem, weil die einzelnen Reiser weit vorhen, und überdies hat man dabei auch kein ganz sicheres heil, da der Ring oft ganz gefüllt erscheint, während in der te noch ein bedeutend freier Raum bleibt. Ich habe die in . 106 dargestellte Vorrichtung viel vortheilhafter gefunden. einen kleinen eisernen Ring ist eine Leine geknüpft, die um Faschine geschlungen, und deren Ende alsdann durch den ng hindurchgezogen wird. Der Aufseher, der die Faschinen immt, zieht das Ende stark an und sieht zu, ob er den Kno-, welcher den vorschriftsmässigen Umfang der Faschine bechnet, hindurchziehen kann.

Das Abnehmen der Faschinen kann natürlich nur durch sehr ere Leute geschehen, weil Unterschleife dabei leicht möglich schwer zu entdecken sind. Es ist daher nothwendig, eine rfe Controlle hierüber zu führen. Wenn die Baustelle nicht beschränkt ist, so ist es von Nutzen, immer nur kleinere ntitäten, also etwa 10 Schock zusammenstellen zu lassen, für jeden Haufen sowohl den Lieferanten als den Aufseher, die Abnahme besorgte, im Bau-Journale zu bemerken. Es dadurch möglich, beim Verpacken die Controlle nochmals reten zu lassen.

Der Aufseher zählt die Faschinen, wie sie ausgeladen werden, jede, die ihm etwas schwach oder kurz zu sein scheint, wird hgemessen. Er darf aber, wenn die Dimensionen nicht richtig unden werden, sich nicht sogleich mit dem Lieferanten einigen, dass er etwa drei für zwei, oder nach irgend einer andern Retion die Faschinen als maasshaltend annimmt, vielmehr müssen e zu klein gefundenen besonders gestellt werden, damit unter jenigen, die abgenommen sind, keine sich befindet, welche nicht gehörige Maass hat. Diese zurückgelegten lässt der Lieferant weder umbinden, oder der aufsichtführende Beamte ermittelt cubischen Inhalt derselben und berechnet danach ihren Werth. chieht das Letzte, so ist nicht zu übersehen, dass sehr grosse schenräume entstehen, wenn man die Faschinen kreuzweise

über einander legen wollte: sie müssen also parallel in prismatischen Haufen etwa in der Höhe von 6 Fuss und mit den Stammenden nach aussen recht regelmässig aufgeschichtet werden, wobei man für jede 3 Cubikfuss eine Faschine von den obigen Dimensionen annehmen kann.

Zur Verbindung der Faschinen in den einzelnen Lagen des Packwerks dienen die Wippen oder Würste. Dieselben bestehen gleichfalls aus Strauchbündeln, die jedoch eine viel grössere Länge haben. Sie müssen fest gebunden und dabei recht biegsam sein, damit man sie auch in scharfen Krümmungen auflegen kann. Sie werden zuweilen, so wie die Faschinen, auf der Baustelle fertig angeliefert, da aber ihre Zurichtung mit grosser Vorsicht geschehen muss, so erfolgt dieselbe gewöhnlich auf der Baustelle selbst.

Ich will zunächst die Bänder beschreiben, womit die Würste gebunden werden. Sie stimmen mit denjenigen überein, welche auch beim Faschinen-Binden gebraucht werden, und bestehen aus dünnen und recht zähen Weiden-Reisern. Man nennt sie Bindeweiden. Man kauft sie besonders an und gemeinhin hält jedes Bund derselben 2 Schock oder 120 einzelne Ruthen. Sie sind etwa 3½ Fuss lang und am Stammende 7 bis 8 Linien stark. Es ist nicht nöthig, dass sie am Wipfelende gespalten sind, wie man zuweilen verlangt, im Gegentheil verdienen diejenigen den Vorzug, welche aus einem einzigen Triebe bestehen. Von besonderer Wichtigkeit ist es, dass sie recht frisch sind, weil sie alsdann um so weniger brechen. Wenn unter der Rinde eine starke Ansammlung des Saftes stattfindet, so löst sich die Rinde leicht vom Holze, was nicht vortheilhaft ist: man muss vielmehr dafür sorgen, den Saft von hier zu entfernen und ihn wo möglich in das Holz zu treiben. Dieses geschieht durch starke Erwärmung, indem man die Reiser entweder ans Feuer hält, oder wenn grade recht warmer Sonnenschein stattfindet, so ist es noch besser, sie auf dem Sande auszubreiten und einige Stunden hier liegen zu lassen. Wenn man sie aber erst nach einigen Tagen verbrauchen kann, so verschwindet der Saft von selbst, und bei längerem Aufbewahren, oder wenn das Holz überhaupt nicht saftreich war, so geschieht dieses in solchem Maasse, dass die Reiser ganz untauglich werden. Sind sie einmal stark ausgetrocknet, so ist es unmöglich, ihnen die erforderliche Zähigkeit wieder zu geben.

erderben aber auch sehr bald, wenn man das Austrocknen vielfaches Uebereinanderpacken verhindert, denn in diesem stockt oder verrottet das Holz. Wenn man daher gezwungen ie wochenlang aufzubewahren, so ist es am besten, sie ins ser zu versenken und unmittelbar vor dem Gebrauche stark Feuer zu erwärmen. Es ist bekannt, dass man durch die- Verfahren sogar starke Hölzer biegen kann.

Da die Bindweide nicht nur um die Faschine oder die Wurst lungen, sondern viel schärfer gekrümmt werden muss, so ein förmlicher Knoten darin entsteht, so würde selbst eine Ruthe brechen, wenn sie hierzu nicht besonders vorbereitet . Diese Vorbereitung besteht darin, dass die Holzfasern in ganzen Länge der Ruthe eingeknickt und dadurch von einander nnt oder gespalten werden, ohne dass sie einzeln zerreissen n. Man erreicht dieses durch vorsichtiges Drehen. Der iter steckt die äusserste Spitze oder das Wipfelende, das nicht cht zu werden braucht, in die Spalte eines fest aufgestellten ken Stockes. Zuweilen tritt er auch nur mit dem Fusse auf Spitze der Ruthe, was jedoch weniger bequem ist. Das Stamm- der Ruthe behält der Arbeiter in den Händen und fängt an, es nach einer Seite zu drehen. Das Brechen des Holzes lgt zunächst an der dünnsten Stelle, also unmittelbar neben eingeklemmten Ende, und hier würde die Ruthe leicht ganz inander gedreht werden, wenn sie nicht mit einiger Kraft ezogen würde, wodurch man die Bildung der Knoten verhin-, die dem Bruche vorangehen. Auch durch Festhalten ein- er Stellen mit der linken Hand kann der Arbeiter, während die Ruthe mit der rechten Hand immer in gleicher Richtung ht, den Bruch allmälig weiter führen, so dass endlich bis n das Stammende hin die Ruthe wie ein Tau gedreht und rch so biegsam geworden ist, dass sie ohne zu brechen die rfsten Krümmungen annimmt.

Auch die Vorbereitung der längeren und stärkeren Bänder Binden der Senkfaschinen (§. 74) geschieht in ähn- r Art. Reiser von Weiden sind dabei jedoch nicht mehr chbar, weil ihnen die erforderliche Festigkeit fehlt: am meisten et sich dazu die Haselruthe, doch kann man auch Birken, en und selbst Eichen noch benutzen. Eine starke Erhitzung

der Ruthe, die bei der Länge von 8 bis 10 Fuss natürlich dicker sein muss, ist unerlässliche Bedingung, und ein einz Arbeiter ist nicht mehr im Stande, die Ruthe zu drehen zugleich dafür zu sorgen, dass einzelne Stellen nicht zu gebrochen werden, oder reissen. Man legt ein Brett auf Boden und der eine Arbeiter, der auf das regelmässige schreiten der Drehung Acht haben muss, tritt auf die Spitz Ruthe und setzt den einen Fuss nach und nach weiter vor jede Stelle, die bereits hinreichend stark gedreht ist, der fer Drehung zu entziehen, der andere Arbeiter hält das Stam in der Hand, und dreht dasselbe fortwährend in derselben tung: dieses kann er aber wegen des starken Widerstandes mehr aus freier Hand durch blosses Umfassen der Ruthe Er benutzt daher einen hölzernen Knebel, an welchen eine von etwa 1½ Fuss Länge gebunden ist. Diese Leine wi dem äusseren Ende in einen Spalt gesteckt, der in das Stam der Ruthe eingeschnitten ist, und indem die Leine mehrmals geschlungen und scharf angezogen wird, so klemmt sich da gesteckte Ende sehr fest und der Knebel selbst legt sich weiteren Umschlingen der Leine in der Art gegen die Ruthe, er wie eine Kurbel benutzt werden kann. Der Arbeiter ums die Ruthe mit der linken Hand, so dass sie in dieser, wie Axe in der Pfanne ruht, und mit der rechten Haud dreht e Knebel im Kreise herum. Fig. 108 zeigt diese Anordnung der Seite und von vorn. Man findet indessen nicht leicht R welche bei der erforderlichen Länge (um Senkfaschinen von 3 Durchmesser zu umspannen) noch hinreichende Zähigkeit bes so dass sie sich in der erwähnten Art drehen lassen: es alsdann nur übrig, zwei Bänder zusammenzustecken. Diese schieht, wie Fig. 128 *a* und *b* auf Taf. XL zeigt. Die k Ruthe, welche die Länge der ersten ergänzen soll, wird, nac sie gedreht ist, zweimal gebogen (Fig. 128 *a*), alsdann dreht die drei Stränge zusammen, so dass ein kurzes Band ent welches an jeder Seite mit einer Schleife versehen ist. I die eine dieser Schleifen zieht man das längere Band, jedoc dass das kürzere Band zugleich durch die an dem längeren findliche Schleife durchgesteckt wird. Fig. 128 *b* giebt diese bindung an, und zwar ist darin nur das kürzere Band als ge

gestellt, damit es sich von dem längeren deutlich unterscheidet. ch weiteres Ausziehen legen sich die Enden von beiden Seiten gegen einander.

Da die Beschaffung der langen und starken Bänder für Senkhinen oft nicht leicht und ihre Vorbereitung immer sehr schwierig kostbar ist, so hat man in neuester Zeit versucht, statt der bänder Eisendraht zu benutzen. Die Behandlung desselben sehr einfach und man begegnet dabei sehr sicher allen Zugkeiten, welche bei den Binderuthen sich so häufig wiedern. Der Draht ist etwa eine Linie stark und wird vor dem legen geglüht und langsam abgekühlt, wodurch er seine Sprökeit verliert. Man schneidet ihn in angemessene Längen ab, t ihn um die stark gewürgte Senkfaschine und dreht seine bei- Enden mit einer Zange um einander, bis er die Faschine fest spannt. Diese Methode erleichtert jedenfalls die Anfertigung Senkfaschinen ungemein, und die Mehrkosten des Eisendrahts d an sich nicht bedeutend, werden aber wohl in allen Fällen urch gedeckt, dass die mühsame Vorbereitung des Bandes fällt.

Was das Binden der Würste betrifft, so dient dazu eine stung, welche die Wurstbank heisst. Je zwei Pfählchen etwa 5 Fuss Länge werden schräge in den Boden gestossen, dass das darüber gelegte Strauch sich in der Höhe von 2½ bis Fuss über dem Boden befindet. Beide Pfähle werden durch eine dweide zusammengebunden und bilden einen Bock. Dergleichen cke werden in Abständen von 2 Fuss errichtet, wie Fig. 107 f. XXXVII zeigt, und die Länge der ganzen Bank ist gewöhnh derjenigen der längsten Würste gleich, die man darauf binden ll, wodurch man das Verlegen der angefangenen Würste vermeidet.

Das Strauch, woraus die Wurst dargestellt werden soll, wird s den Faschinen entnommen. Man schneidet zu diesem Zwecke e Bänder derselben auf, und zwar wählt man solche, welche cht dünnes und langes Strauch von frischem und zähem Holze thalten. Man schneidet auch wohl starke Seitenzweige ab, und rgt überhaupt dafür, dass das Strauch, welches auf die Wurst- kommt, recht lang, grade und biegsam ist und sich dicht packen lässt. Zum Zurichten des Holzes, so wie zum Aufschneiden der Bänder an den Faschinen kann man gewöhnliche

Taschenmesser, oder bei starkem Holze leichte Handbeile be
so wie überhaupt zur Anfertigung der Faschinen und zum A
des Strauches keine besonderen Werkzeuge unumgänglich
wendig sind: nichts desto weniger bietet das in Fig. 103
stellte Faschinenmesser, welches am Oberrhein bei
Arbeiten allgemein benutzt wird, eine grosse Bequemlichk
dem es zugleich Messer, Beil und Hammer ist. Es ist m
schluss der Handhabe einen Fuss lang und die Schneide
sich an der untern Seite der Figur. Mit dem äussern Th
selben, der wie ein Gartenmesser gekrümmt ist, lassen sich
ders bequem die Bänder aufhauen, ohne das Strauch dar
verletzen. Der aufwärts gekehrte Kopf an der Seite des I
dient als Hammer und zugleich kann man damit wie mi
Haken einzelne durch andere verdeckte Reiser herauszieh

Das ausgesuchte und vorbereitete Strauch wird auf der
bank regelmässig durch einen Arbeiter vorgelegt, so d
Wurst überall eine gleichmässige Stärke und zwar vo
6 Zoll erhält, wobei aber ganz besonders darauf zu ac
dass die Stammenden der Reiser gehörig vertheilt sind, u
mehrere auf dieselbe Stelle treffen, wodurch ohnfehlbar die
keit der Wurst leiden würde. Die Ruthen werden aber
lich nach derselben Richtung gelegt, so dass die Wip
immer nach einer Seite gekehrt sind.

Das Binden der Wurst geschieht am regelmäs
wenn es an einem Ende begonnen und der Reihe nach e
nach dem andern umgelegt wird. Es ist indessen als kein
licher Uebelstand anzusehen, wenn zur Beschleunigung de
auch an verschiedenen Stellen gleichzeitig gebunden wird
muss aber alsdann mit dem Verstecken der Enden von de
dern etwas vorsichtiger sein, damit dieselben nicht auss
und die Bänder sich lösen. Die Binderuthe nimmt ba
gewisse Steifigkeit an, besonders wenn sie stark erwär
Die Besorgniss, dass die Bänder sich lösen möchten, finde
vorzugsweise nur in den ersten Stunden statt, aber dieser U
ist auch Veranlassung, dass die vorbereiteten Ruthen nich
liegen dürfen und vielmehr recht schnell verbraucht werden

Das Auflegen des Bandes geschieht in folgender Ar
Arbeiter bildet an dem Wipfelende der gedrehten Ruthe eine S

'ig. 109 zeigt. Er legt diese auf die Wurst, so dass das nende der Ruthe von ihm abgekehrt ist: letzteres zieht er der Wurst hervor und durch die Schleife hindurch. Es ist vendig, das Band anzuziehen, soweit dieses aus freier Hand ehen kann: ein starkes Einschnüren oder vollends ein festes en, wie bei den Senkfaschinen, ist aber hier nicht nur ohne k, sondern sogar nachtheilig, indem die Wurst später mit en Pfählchen an die Faschinen genagelt wird, und das Band Eintreiben des Pfahles zerreisst, wenn es schon früher mög- scharf angezogen war. Das durch die Schleife gesteckte nende der Ruthe dreht der Arbeiter wieder in derselben ung, in welcher es schon früher gedreht ist, und indem die lungen sich gegen einander drängen, bildet sich von selbst Knoten, das Schloss genannt. Mit dem Drehen wird aber efahren, bis eine zweite Windung sich unter den bereits deten Knoten legt und von diesem fest angedrückt wird. 110 zeigt den Knoten von der Seite und von oben. Das nende der Ruthe wird alsdann versteckt, und zwar geschieht s, entweder in der Art, dass man es unter demselben Bande rchzieht, wie die Figur zeigt, oder, was weit leichter ist, steckt es in das Strauch der Wurst und legt das folgende l darüber. Dieses ist der Grund, weshalb es vortheilhaft ist, nunterbrochener Reihenfolge ein Band nach dem andern auf- ingen. Die beschriebene Art des Bindens erlernen die Arbeiter öhnlich sehr schnell, weil das Binden der Garben in gleicher se geschieht. Wenn aber durch diese Beschreibung und Zeich- g das Verfahren noch nicht ganz klar geworden sein sollte, kann man sich durch das Drehen einer Leine leicht davon rzeugen, wie der Knoten entsteht und die zweite Windung selben sich unter die erste schiebt.

Der Abstand der Bänder von einander beträgt 8 Zoll: es ist r nicht nöthig, diese Entfernung jedesmal genau abzumessen, Arbeiter können sich vielmehr mit hinreichender Schärfe nach Böcken richten, wenn diese regelmässig aufgestellt sind. In Mitte zwischen je zwei Böcken kommt ein Band, und eines an jeder Seite des Bockes, wie Fig. 107 zeigt.

Die über das Ende der Wurst hervorstehenden Wipfelenden Strauches werden, nachdem man einen Klotz untergelegt hat,

mit einem Beile oder dem Faschinenmesser abgehauen, und man kann auf dieselbe Art auch beliebige Enden von der Wurst abschneiden.

Am Preussischen Niederrhein gebraucht man statt der Würste auch **Flechtbänder**, die sich zuweilen billiger als jene darstellen lassen, und in jeder Beziehung eben so brauchbar, oder noch fester, als die Würste sind. Man dreht aus etwa drei Weidenruthen, deren Enden gehörig versteckt werden, einzelne Stränge und drei derselben werden, wie Fig. 111 zeigt, zusammengeflochten. Das Drehen der Stränge geschieht aber gleichzeitig mit dem Flechten, weil sonst die langen Stränge die Arbeit sehr unbequem machen würden, auch die einzelnen Ruthen sich leicht lösen könnten. Da diese Bänder sich genau untersuchen lassen, so geschieht ihre Anfertigung gewöhnlich auf Accord, oder sie werden schon fertig auf die Baustelle geliefert. In die Maschen derselben lassen sich die Faschinen-Pfähle sehr gut eintreiben, und man kann diese Bänder, wenn man sie dem Zutritt der Luft aussetzt, auch ohne Nachtheil viel länger, als die fertigen Würste aufbewahren.

Zur Verbindung der Würste mit den Faschinen, zuweilen auch wohl der letzteren unter sich, dienen die **Faschinenpfähle**, die auch **Spickpfähle** genannt werden. Dieses sind kleine Pfählchen von 4 Fuss Länge und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Stärke. Man verwendet dazu häufig die stärkeren Aeste, die beim Binden der Faschinen nicht benutzt werden können; wo aber das Nadelholz nicht theuer ist, stellen sie sich in der Regel noch bedeutend wohlfeiler, wenn sie aus starkem Holze gespalten werden. In diesem Falle ist ihre Zurichtung weit einfacher, weil man keine Seitenäste abschneiden darf, und sie an sich schon hinreichend eben und grade sind. Man braucht nur das eine Ende anzuspitzen und besonders auffallende Unebenheiten oder starke Splitter zu beseitigen.

Die Pfähle werden in die Würste mit der Hand eingesteckt und mit hölzernen Schlägeln herabgetrieben, so dass sie gehörig weit in die darunter liegende Faschine eindringen. Dabei ereignet es sich nicht selten, dass der Arbeiter, der den Pfahl setzt oder einschlägt, zugleich durch sein Gewicht die noch ganz lose Faschinenlage stark comprimirt, und diese sich wieder hebt, sobald er fortgeht. Alsdann wird der Pfahl häufig durch das Faschinen-

ter gehalten, als durch die Wurst: wenn daher die Faschinen-Lage erfolgt, so zieht sich der Pfahlkopf urst hindurch und die beabsichtigte Verbindung zwischen ien und der Wurst ist aufgehoben. Man verhindert Theil schon dadurch, dass man den Pfahl nicht zu tief nd ihn vielmehr nahe einen Fuss hoch über die Wurst ist. Man erreicht dadurch noch den Vortheil, dass gepackten Faschinen, welche zur folgenden Lage ge-n die Pfahlköpfe treffen, und von diesen gehalten wer-dem versieht man aber auch zuweilen die Pfähle mit gestalteten Köpfen, welche das Herausziehen verhin-Fig. 112 stellt solche dar: *a* ist ein sogenannter hl, der leicht zugeschnitten wird, wenn man ein Stück Seitenaste stehen lässt. Im gespaltenen Holze kann Einsetzen eines kleinen Pflockes, wie *b* zeigt, einen rsprung bilden. Dasselbe geschieht auch durch Ker-und *d*, von denen besonders die letzte recht wirksam steht sich, dass alle diese Pfähle so eingestellt werden s die vortretenden Theile normal gegen die Richtung ekehrt sind, damit sie die Reiser zur Seite treffen. indessen diese Vorkehrungen vollständig entbehren, e gewöhnlichen Pfähle nicht senkrecht, sondern etwas eibt, und zwar abwechselnd nach der einen und der , wie Fig. 113 zeigt.

is Beschwerungs-Material betrifft, so hat man venn die Kosten nicht sehr gesteigert werden sollen, ahl, und man muss dasjenige nehmen, welches sich telle selbst und in deren unmittelbarer Nähe vorfindet. uch in der That sowohl fette, als magere Erde, Sand, eine gebrauchen, und der Torf allein ist zu diesem rauchbar, weil er theils zu leicht, theils aber auch um in die Zwischenräume gehörig einzudringen.

ies gilt gewöhnlich für das beste Beschwerungs-eil er sich gut vertheilt, keine Klumpen bildet und lie noch schwimmenden Lagen hindurchfällt, besonders nicht so leicht fortgespült wird, falls man gezwungen te ohne Ueberdeckung zu versenken. Man findet ihn, h sonst am Ufer nicht vorkommt, gemeinhin an den-

jenigen Stellen des Strombettes, wo die Strömung zur Z
Hochwassers am stärksten ist. Fällt diese Stelle mit de
Stromrinne zusammen, so kann man ihn nur durch
gewinnen.

Der feine Sand dringt allerdings durch die Zwisch
zwischen den einzelnen Reisern leicht hindurch, aber die
stand ist nur so lange nachtheilig, als die Faschinenla
schwimmt: sobald sie auf dem Flussbette oder auf andern
ruht, hört das eigentliche Durchfallen auf, und der eind
Sand wird nicht mehr dem Strome ausgesetzt, sonder
zwischen den Reisern und füllt nach und nach alle Z
räume aus. Es ist eine bekannte Erfahrung, dass Pac
welche mit Sand versenkt werden, sich weniger setzen, al
wobei ein gröberes Material verwendet ist, und dass da
im ersten Falle auch früher eintritt. Der feine Sand
daher den Vortheil, dass durch ihn in kurzer Zeit eine
Masse dargestellt werden kann. Hieraus folgt aber wied
das erforderliche Strauchquantum in diesem Falle gering
als wenn bei gröberem Beschwerungs-Material die Lagen
zusammengedrückt werden.

Zuweilen muss die Versenkung mittelst einer rei
und zähen Thonerde erfolgen, wie dieses namentlich
der Mündungen der verschiedenen Rheinarme der Fall i
bringt diese Erde alsdann in grossen Klumpen auf. D
weichen wohl mit der Zeit im Wasser und durchdringen
das Reis: so lange die Lage aber schwimmt, darf dies
nicht geschehen, weil sonst die einzelnen Thontheilch
leichter als der Sand vom Strome fortgetrieben werden
Wenn die einzelnen Lagen mit solchem Material beschw
pflegt man das Werk, nachdem es den Grund erreicht h
stark mit feinem Sande zu beschütten, um dadurch die Zw
räume einigermaassen auszufüllen.

Dass man die äusseren Flächen des Werkes, also die
die Dossirungen und besonders die Kopfdossirung sehr
haft mit grösseren Steinen bedeckt, ist bereits erwähnt
man kann aber auch gebrannte Steine und selbst Ziegel
auf die Dossirungen bringen, um das äussere Strauch
herabzudrücken und dadurch das Beschwerungs-Material in

er des Packwerkes vor dem Angriff des Stromes sicher zu sn. Dieses Verfahren ist in Holland üblich.

§. 77.
Anordnung des Packwerksbaues.

Das Packwerk besteht aus einzelnen Faschinen-Lagen, und derselben wird mit Beschwerungs-Material bedeckt. Letzteres aber gemeinhin so fein oder löst sich im Wasser in so feine ilchen auf (wie dieses z. B. bei Erde, Thon und Sand der ist), dass es beim unmittelbaren Angriffe des Stromes bald gespült werden würde. Man muss also das Beschwerungs-erial selbst wieder bedecken, und dieses geschieht durch die ende Faschinen-Lage. Es ergiebt sich hieraus, dass Faschi-und Erde oder Sand sich gegenseitig **überdecken** müssen. ses könnte nur geschehen, wenn die Werke ganz steil ohne tendossirung aufgeführt würden, was in Betreff der Stabilität Baues und zur Vermeidung der Wirbel nicht zulässig ist. n wählt daher die Anordnung, dass die heraustretenden Wipfel-len der Faschinen die äussere Decke bilden und ohne dass sie bst beschwert sind, das Beschwerungs-Material im Innern ützen. Doch auch hierdurch lassen sich keine flachen **Bö-hungen**, weder am Kopfe noch an den Seiten des Werkes stellen. Als äusserste Grenze nimmt man gemeinhin die ein-he Anlage an, welche in der Regel auch gewählt wird, d. h. Böschung tritt auf jeden Fuss senkrechter Höhe um einen s vor. Die vorragenden Wipfelenden der Faschinen werden r nach und nach abgebrochen, da sie jedes Schutzes entbeh-, und sobald diese äussere Strauchdecke verschwindet, fällt nächstliegende Beschwerungs-Material, das durch sie geschützt de, herab oder wird vom Strome fortgespült. So bildet sich selbst eine neue Strauchdecke, die später gleichfalls durch-hen wird. Besonders schnell erfolgt solche Abnutzung an Stellen, wo ein heftiger Strom das Werk trifft.

An den Seitendossirungen ist diese **Abnutzung** gemeinhin iger merklich und bei gehöriger Anordnung des ganzen Buhnen-tems pflegt das Ufer auch in wenigen Jahren sich auszubilden, lurch der ferneren Zerstörung der Werke vorgebeugt wird,

Der Kopf der Buhne zeigt aber sehr auffallende Spuren der Beschädigung, besonders wenn er soweit vorgetrieben ist, dass er die tiefe Stromrinne begrenzt. Er verliert nicht nur die Böschung, die er ursprünglich hatte, sondern, indem er abbricht, weicht er auch immer weiter uferwärts zurück. Die steilere Böschung, die er annimmt, muss man als eine Folge der Vertiefung des Bettes ansehen, die dadurch befördert wurde, dass der Kopf schon anfangs nicht flach genug angelegt war. Die nach und nach eintretende Verkürzung der Buhne ist aber eine Erscheinung, die man so in der angegebenen Art erklären kann, und die sich überall wiederholt, wo man feines Beschwerungs-Material ausschliesslich benutzt hat. Will man daher ein dauerhaftes Werk ausführen, dessen Kopf einen festen Punkt in der angenommenen Uferlinie bilden soll, so bleibt nichts Anders übrig, als ihn mit Steinen zu bedecken. Dasselbe gilt auch von den vordern Dossirungen der Uferdeckwerke.

Beim Bau der Packwerke werden die einzelnen Faschinen-Lagen schwimmend gebildet: während ihrer Zusammensetzung liegen sie also horizontal auf der Oberfläche des Wassers ausgebreitet. Wie vortheilhaft es in mancher Beziehung auch sein würde, wenn sie immer horizontal gehalten werden könnten, so ist dieses doch nicht möglich, weil jeder feste Anschluss, der im strömenden Wasser vor der Versenkung so nothwendig ist, alsdann unterbleiben müsste. Die Lagen werden daher schräge herabgelassen, indem sie sich um die Seiten, wo sie angeschlossen sind, wie um feste Axen drehen. Dabei ist es Bedingung, wie bereits erwähnt, dass sie an keiner Stelle sehr steil stehen dürfen, weil sonst das aufgebrachte Beschwerungs-Material herabfallen würde. Je flacher indessen die Lagen versenkt werden, um so länger müssen sie sein, und die Schwierigkeit ihrer Ausführung vergrössert sich ausserordentlich mit der zunehmenden Länge. Man muss sonach die grösste zulässige Neigung kennen, und diese jeder einzelnen Lage geben, und zwar muss die Lage in ihrer ganzen Länge diese Neigung erhalten, also auch nach der Versenkung eine Ebene bilden und zugleich bis zum Strombette herabreichen. Man überzeugt sich leicht, dass unter Voraussetzung einer gleichmässigen Dicke der Lage diese sämmtlichen
gungen erfüllt werden müssen, wenn man Unregelmässig

r theilweise starke Neigungen oder unnöthige Verlängerungen Faschinen-Lagen vermeiden will.

Die grösste noch zulässige Neigung dürfte etwa einer fachen Anlage gleich kommen. Man bestimmt die Länge der zelnen Lage, indem man sie im Profile als bereits versenkt zeichnet und dabei die angenommene Neigung zum Grunde t. Fig. 119 Taf. XXXIX stellt dieses dar. Dabei muss aber h bemerkt werden, dass die erwähnte Drehungsaxe horizontal l zwar normal gegen die Richtung der Krone des Werkes genommen wird.

In der angegebenen Weise lässt sich leicht die Länge der ge in der Mittellinie bestimmen. Ausserdem muss man aber ch nachzuweisen im Stande sein, wie weit die Lage seitwärts er die Krone vorgreifen soll, oder man muss ihre Form und nze Ausdehnung vollständig kennen. Die Lösung dieser fgabe ist jedesmal durch eine einfache Construction möglich und rd um so leichter, als es bei der Ausführung auf grosse Schärfe cht ankommt, man daher kleine Unterschiede in den Tiefen nicht rücksichtigen darf, die grösseren aber schon in die Profilzeichngen eingetragen sein müssen. Am einfachsten sind die Verltnisse, wenn die Tiefenlinien (d. h. diejenigen Linien, in welchen ne gleiche Tiefe stattfindet) die Längenrichtung des Werkes rmal schneiden, jede einzelne Lage ist alsdann symmetrisch staltet, indem ihre rechte Seite der linken congruent ist.

Fig. 120 *b* sei das Längenprofil einer Buhne und zwar durch Axe derselben gelegt; ferner *A B* diejenige Faschinen-Lage, en Form und Grösse man bestimmen will. Man trage, wie eits angedeutet worden, die Länge *A B* in die Horizontale *A E* , so stellt sich in der horizontalen Projection oder im Grundse Fig. 120 *a* die äussere Begrenzungs-Linie leicht dar, indem n die dem Punkte *E* entsprechende Linie auszieht. Wie weit Lage seitwärts über die Krone des Werkes hinausreichen muss, iebt sich leicht, wenn man im Querprofile Fig. 120 *c* die Anlage Seitenböschung des fertigen Werkes oder die Linie *D* ermittelt. i der gewöhnlichen einfachen Anlage stimmt *D* mit der Höhe der schung überein. Man trägt dieselbe im Grundrisse Fig. 120 *a* r Seite der Krone auf, und zieht die Seitenlinien aus, so ist gesuchte Form der Faschinen-Lage vollständig bestimmt.

Man überzeugt sich leicht, dass der Winkel *a*, de
Seitenlinien mit der Längenaxe des Werkes bilden, von de
ganz unabhängig ist, und allein durch die Seitenböschu
die Neigung der Lage bedingt wird. Bleiben daher diese
Grössen in der ganzen Ausdehnung des Werkes dieselb
ist auch der Winkel *a* für alle einzelnen Lagen constant

Etwas zusammengesetzter wird die Construction, w
Tiefenlinien, wie dieses bei inclinanten oder declinanten
gewöhnlich der Fall ist, nicht normal gegen deren Axen g
sind. Genau genommen werden die Tiefenlinien auch nicht
Linien bilden: hierauf ist jedoch nicht weiter Rücksicht zu t
da eines Theils, wie bereits bemerkt, eine grosse Schärfe
Ausführung nie erreicht werden kann, andern Theils a
Methode, die ich angebe, sich auch leicht auf den Fall üb
lässt, dass in der Basis des Werkes an einzelnen Stellen
Abweichungen vorkommen. Wenn die betreffenden Tiefenli
grade Linien angesehen werden dürfen, so misst man die
in zwei Längenprofilen, welche durch die beiden äussern
der Krone gelegt sind, also Fig. 121 *a* in den Richtung
und *MM*. Beide Profile werden in die Vertical-Project
Werkes Fig. 121 *b* eingetragen. Die Neigung, welche die L
nach ihrer Versenkung annehmen soll, wird eben daselb
gezogen. Alsdann giebt deren Zusammentreffen mit jenen
linien die Länge der Lage in beiden Richtungen an, und
Uebertragung derselben findet man leicht im Grundrisse die
gesuchten Punkte *B* und *F*. Die gerade Linie, welche di
verbindet, bestimmt die äussere Grenze der Lage, und
Richtung der Seitenlinien oder der Winkel *a* schon na
Obigen bekannt ist, so ist auch die ganze Form und Ausd
der Lage gegeben. Wenn aber die Ebene *AB* nicht mehr i
geraden Linie das Strombette schneidet, so wird die Lag
durch keine gerade Linie an ihrer äussern Seite begrenzt
muss, wenn die Abweichung bedeutend sein sollte, ausser d
den Profilen in *LL* und *MM* noch andere ähnliche messe
dadurch in derselben Art, wie hier angegeben, eine grösse
zahl von Punkten im Grundrisse für die Linie *PR* bestim

Ich muss besorgen, dass die vorstehende Auseinanders
manchem Baumeister unnütz oder, wie man oft zu sagen

raktisch erscheinen wird. In der That hat man während der
führung einer Faschinen-Lage wenig Zeit und Gelegenheit,
aue Messungen und Untersuchungen anzustellen. Besonders
n der vordere Theil der neuen Lage, oder der Ausschuss,
geworfen wird, ist die möglichste Beschleunigung und Auf-
ksamkeit auf den technischen Theil der Arbeit nothwendig, um
Unordnungen vorzubeugen, welche der Strom in den einzelnen
chinen leicht hervorbringt. Wollte der Baumeister alsdann eine
aue Messung vornehmen, und durch scharfe Rechnungen er-
teln, wie weit die einzelnen Faschinenreihen vor- oder zurück-
egt werden sollen, so würde gewiss der Fortgang der Arbeit
die nachtheiligste Weise gestört werden. Die Messung liesse
h auch gar nicht mit Schärfe ausführen, da man auf der losen
ge nur mit Vorsicht stehen und gehen kann. Nichts desto
niger schien es mir nothwendig, die Verhältnisse speciell zu
ttern, damit man eine klare Vorstellung davon gewinnt und
ht gezwungen ist, wie es so häufig geschieht, diesen sehr
htigen Theil des Baues unbedingt und ohne Controlle dem
ibbmeister anzuvertrauen. Nach der Beendigung des ganzen
erkes und schon früher, wenn eine Lage vollständig versenkt
, geben sich freilich die dabei begangenen Fehler sehr deut-
h zu erkennen, indem die unrichtig geformte Lage sich zu steil
er zu flach stellt, oder vielleicht das Flussbette gar nicht erreicht
d die Seitendossirungen ganz anders ausfallen, als sie sein
llten. Es ist alsdann aber die Gelegenheit verschwunden, die
angenen Fehler vollständig und ohne Nachtheil für das Werk
verbessern. Man verlangt mit vollem Rechte von dem Bau-
ster, dass er schon während der Ausführung die Angemessen-
aller einzelnen Operationen zu beurtheilen im Stande ist, er
ss daher auch beim Auswerfen der Faschinen zu jeder neuen
ge sich überzeugen können, dass dieselbe die gehörige Form
Ausdehnung erhalten wird. Dass dieses möglich ist, leidet
nen Zweifel, denn der tüchtige und geübte Kribbmeister und
n so der in solchen Ausführungen routinirte Wasserbaumeister
ennt den Fehler sogleich und weiss, wie er verbessert werden
nn. Es fragt sich daher nur, ob die Anleitung hierzu in einem
che ertheilt werden kann, oder ob diese Kunst nur auf der
ustelle durch Aufmerksamkeit auf das Verfahren Anderer, oder

noch besser durch vielfaches eigenes Experimentiren zu er
ist. Im letzten Falle wäre die Schule ohne Zweifel sehr l
und ein klares Bewusstsein der zu befolgenden Regeln wür
gemeinhin dabei doch nicht erlangen, vielmehr nur nach
dunklen Erinnerung an einzelne vorgewesene Fälle die pas
Maassregeln ergreifen. Dass hierbei vielfache Irrthümer un
griffe vorkommen, darf kaum erwähnt werden. Dieselbe
um so erklärlicher, als diese Art der Praxis gewöhnlich mit g
Selbstvertrauen ausgeübt wird. Soweit sie indessen brauch
gründet sie sich dennoch auf Regeln, die, wie in allen äh
Fällen, höchst einfach sind und sich auch leicht bezeichn
wissenschaftlich begründen lassen. Die wichtigste Kunst d
übten Praktikers besteht darin, dass er den Werth der zu m
den Grössen richtig taxirt oder durch schnelle und leichte M
zu finden versteht. Demnächst aber sind ihm die Bezie
oder Verhältnisse auch geläufig, die zwischen diesen Gröss
den gesuchten Resultaten bestehen, also im vorliegende
zwischen den Tiefen (vielleicht sogar mit Rücksicht au
wahrscheinliche Zunahme) und den Dimensionen und Form
Faschinen-Lagen.

Der tüchtige Kribbmeister greift in sehr kurzen Zw
zeiten immer von Neuem zur Peilstange: er sammelt also
dieselben Data, welche nach der vorstehenden Auseinanders
gebraucht werden. Er macht freilich keine Constructione
den Regeln der beschreibenden Geometrie, da ihm aber
wähnten Beziehungen geläufig sind, die zwischen den Tief
der Ausdehnung der Lage stattfinden müssen, so kann e
Hülfsmittel entbehren. Auf grosse Genauigkeit kommt es
durchaus nicht an; die Methode, welche er befolgt, ist
höchst einfach und sichert ihn dennoch vor den groben F
welche derjenige begeht, der gar keiner Methode folgt.

Bevor ich diese Beziehungen näher angebe, muss ich
ken, dass ein wirkliches Nachmessen der einzelnen Lagen k
wegs ohne Beispiel ist. Der verstorbene Baurath Eversma
Düsseldorf hatte für alle grössere Buhnenbauten am Rhe
Nachmessung der fertigen Lagen vor ihrem Versenken
schrieben. Jede einzelne Lage, während sie noch auf dem W
schwamm, musste gemessen, in den Grundriss eingetrage

zugleich die Tiefe vor derselben und die Quantität des ver-
hten Materials bemerkt werden. Diese Arbeit ist durchaus
überflüssig: sie ist aber an sich höchst unbedeutend, und
hrt den Vortheil, dass man begangene Fehler, die sich durch
ärkung oder Verlängerung der nächsten Lage noch leicht
igen lassen, sogleich erkennt. Demnächst aber setzt sie den
n Baubeamten auch in den Stand, die ganze Art der Aus-
ng zu prüfen, darnach die Tüchtigkeit der Kribbmeister und
eher zu beurtheilen und dieselben zu belehren, wie sie die-
en Unregelmässigkeiten vermeiden können, welche sich beim
ren Fortgange des Baues oder nach Vollendung des Werkes
kennen geben.

Nach Fig. 119, 120 und 121 nehmen die Faschinen-Lagen
ihrer Versenkung eine Neigung an, welche der zweifachen
ge oder dem Winkel von 26 Grad 34 Minuten entspricht.
r dieser Voraussetzung wird eine Lage von 10 Fuss Länge
er Tiefe von 4,47 oder nahe 4½ Fuss unter der Drehungsaxe
ihrer äussern Kante den Grund berühren. Diese Berührung
gt in dem horizontalen Abstande von der Axe von 8,95 oder
9 Fuss. Wenn man also eine Lage von der angegebenen
ge hat, so kann sie die beabsichtigte Neigung nur annehmen,
im Abstande von einem Fusse innerhalb ihres äussern Randes
rend sie noch schwimmt) die Sohle des Flussbettes 4½ Fuss
r der Drehungsaxe sich befindet. Für andere Längen lässt
hiernach sehr leicht der horizontale und vertikale Abstand
Berührungspunktes von der Drehungsaxe herleiten. Jener ist
ich um den zehnten Theil kleiner, als der Abstand in der
immenden Lage gemessen, und dieser die Hälfte des ersteren.
st schon bemerkt worden, dass der Winkel, den die Seite
Lage mit der verlängerten Seite der Krone macht, oder *a*,
der Tiefe unabhängig ist. Derselbe misst für die angenommene
ung der Lage und für einfache Anlage der Seitendossirung
Grad 6 Minuten. Man braucht jene einfachen Zahlenverhält-
nur auswendig zu wissen, um augenblicklich durch blosses
rechnen die gesuchten Resultate zu finden.

Die Rechnung wird aber noch leichter, wenn man eine etwas
ere Neigung der gesenkten Lage annimmt, nämlich eine solche,
ei in dem rechtwinkligen Dreiecke die Hypothenuse, oder die

Länge der Lage, noch einmal so gross ist, als die sen
Kathete. Die Neigung entspricht alsdann der 1¾fachen
oder einem Winkel von 30 Graden. Eine solche darf, w
Strömung nicht besonders stark ist, unbedenklich noch
werden, da selbst feiner Sand unter Wasser sich in einer B
von 35 Graden schon ablagert. Wenn die Lage wieder
lang ist, so wird sie, sobald sie herabgesunken ist, n
äussern Kante 5 Fuss unter der Drehungsaxe liegen,
Stelle, wo sie den Grund berührt, ist 8,660 oder 8⅔ F
horizontalen Abstande von dieser Axe entfernt. Man kann
während die Lage noch schwimmt, leicht beurtheilen, ob
jeder Stelle hinreichend weit herausgeführt ist. Ihre Läng
mal zur Drehungsaxe gemessen, muss noch einmal so gro
als die Tiefe, in welcher sie den Grund trifft, und zw
diese Tiefe bis zu derjenigen Horizontal-Ebene gemessen,
durch die Axe gelegt ist. Die Stelle, an welcher der Gr
troffen wird, liegt aber vom äussern Rande der Lage
Funfzehntheile ihrer Länge entfernt. Der Winkel a ist
sem Falle gleich 26 Grad 34 Minuten.

Die Drehungsaxe liegt natürlich in der untern Gr
der Faschinen-Lage und zwar an der Grenze des bere
ständig comprimirten Theiles des Werkes, das heisst am
Rande des Sand- oder Erdhaufens. Die Höhe dieser A
treffend, so muss man immer dafür sorgen, dass sie etw
Wasser bleibt, weil sonst das Werk überfluthet werden
Wenn der vollständig beschwerte Theil des Baues, auf
die neue Lage ruht, etwa 1 Fuss über dem Wasserspie
ragt, wie dieses gewöhnlich der Fall ist, so muss man
gefundenen Wassertiefe diesen Fuss jedesmal hinzusetzen.
die Faschinen aber in ihren Wipfelenden sehr schwach a
und daselbst wenig Masse haben, so müssen sie um 2 bis
vor derjenigen Linie vortreten, welche als die äussere
der Lage angesehen werden darf.

Auf diese Weise lässt sich sehr leicht beurtheilen,
Lage die gehörige Länge hat. Die Seitenbegrenzung ergi
aber aus dem mit a bezeichneten constanten Winkel. Es
bequemsten, denselben durch irgend welche entfernte Gege
zu bezeichnen, weil diese Bestimmung alsdann für die sämm

n derselben Buhne gelten kann. Auf grosse Schärfe kommt es durchaus nicht an, und es genügt vollkommen, wenn man Kribbmeister ungefähr die Richtungen der beiden Seitenlinien, nachdem man sie durch eine leichte Winkelmessung vorher sucht hat. Endlich ist noch zu erwähnen, dass die beiden n der Krone jede durch zwei Stangen am Ufer bezeichnet en müssen. Dabei darf man aber nicht unbeachtet lassen, die Breite des Werkes in derjenigen Höhe, wo die Drehungs- liegen, grösser ist, als die eigentliche Kronenbreite, und ist der Unterschied zwischen beiden von dem Wasserstande Zeit des Baues abhängig.

Um die Untersuchung möglichst zu vereinfachen, habe ich es r vermieden, von der Dicke der einzelnen Faschinen- en zu sprechen. Die Berücksichtigung derselben ist indessen den so eben bezeichneten Methoden zur Auffindung der Grund- en sehr wohl vereinbar, wenn nur, wie oben angenommen, Lage in ihrer ganzen Ausdehnung gleiche Dicke hat, und überdies von der Krone des Werkes bis zur Sohle des Fluss- s erstreckt. Die gefundene Fläche ist alsdann nichts anders, die untere Basis der neuen Faschinen-Lage, oder diejenige ne, worin diese die vorhergehende Lage berührt, nachdem e vollständig versenkt sind. Es ist dabei nur zu bemerken, der Längendurchschnitt der Lage kein Rechteck, sondern Rhombus sein muss; diese Figur stellt sich aber schon von st dar, indem man der Faschinen-Lage an ihrem äussern Ende volle Stärke doch nicht geben kann und die Biegsamkeit des uches jede Formveränderung gestattet.

Es kommt hierbei indessen noch ein anderer Umstand in Be- ht, der häufig grosse Schwierigkeit herbeiführt. Bisher ist lich vorausgesetzt worden, dass die Sohle des Strombettes der Stelle, wo die Faschinen-Lage dasselbe berührt, nahe zontal ist, oder wenigstens in der Richtung der Buhne nicht k abfällt. Die angegebene Methode des Baues mit gleich ken und gleichmässig geneigten Lagen, von denen jede ein- e vor der vorhergehenden nicht weit vorspringt, setzt in der t eine solche Beschaffenheit des Bettes voraus, und bedingt r weites Vortreten der neuen Lage, falls das Flussbette weise dieselbe Neigung hat, die man den Faschinen-Lagen

geben will. Wenn aber vollends das Flussbette noch stärk
fällt, so muss man die Lagen ganz anders anordnen, da
dennoch die beabsichtigte flachere Neigung annehmen.

Zur Erreichung dieses Zweckes giebt es zwei Mittel.
weder man wendet halbe Lagen an, d. h. solche, d
den äussern Theil der vorhergehenden Lage bedecken und,
dem sie vollständig versenkt sind, die Oberfläche des W
gar nicht erreichen. Andererseits bildet man aber auch sog
Pülv-Lagen, die an ihrem äussern Ende dicker sin
in dem Theile, wo sie auf den vorhergehenden Lagen
Beide Mittel sind ausführbar: das letzte ist aber meines Er
nicht nur das leichtere, sondern es verdient auch insof
Vorzug, als dadurch allein die Bedingung erfüllt werden
dass die Oberfläche jeder Lage eine gleichmässig geneigte
bildet. Hat man den Ausschuss, oder den äussern Th
Faschinen-Lage dargestellt, so ist eine beliebige Verst
desselben sehr leicht anzubringen, und will man nicht
lose Faschinen über einander packen, so kann man ihnen
einige zwischengelegte Würste leicht die gehörige Ver
geben. Vortheilhafter und sicherer ist es aber, den hinter
der Pülv-Lage, also denjenigen, womit sie auf der vorherg
Lage aufliegt, möglichst schwach zu halten, wie dieses
zweiten, dritten und vierten Lage Fig. 119 *b* dargestellt is
grosser Vorzug dieses Verfahrens beruht noch darauf, da
einzelne Lage an den schon feststehenden Theil des Werk
geschlossen wird, und sonach ein Verschieben durch den
weniger zu besorgen ist. Die anzubringende Verstärku
offenbar von der Zunahme der Tiefe abhängig, und wen
keine Profilzeichnung zum Grunde legt, so ist es gewiss
das richtige Maass zu treffen. Irrt man aber, so bemer
den Fehler nicht früher, als bis die Lage durch mehrere
überdeckt ist, also viel zu spät, als dass man in der fol
Lage soviel an Stärke abnehmen oder zusetzen könnte,
vorhergehende zu viel oder zu wenig erhalten hat. Durc
faches und sorgfältiges Nachmessen der Tiefe kann man
allein grobe Fehler und Missgriffe vermeiden. Solche Fehl
aber durch Anwendung der halben Lagen keineswegs l
zu vermeiden, sie treten vielmehr in diesem Falle sogar we

er ein, da man die halben Lagen gewöhnlich viel zu hoch zicht, oder sie zu lang macht.

Bei aufmerksamer Leitung des Baues und Beachtung der vor-nten Rücksichten gelingt es wohl jedesmal, das Werk regel-g fortzuführen und alle Lagen gehörig und leicht zu con-en und zu versenken. Nachdem dieses geschehen ist, kann erst beurtheilen, ob Fehler vorgekommen sind oder nicht, dieses giebt sich besonders aus der Untersuchung der Dossi-n, sowohl am Kopfe, wie auf beiden Seiten der Buhne zu nen. Ein wesentlicher Vortheil eines solchen methodischen hrens besteht darin, dass die Lagen, wo sie das Strombette ren, wirklich soweit vorgreifen, wie die beabsichtigte Neigung lben es erfordert. Die Krone, welche mit aller Vorsicht aus-rt werden kann, erhält natürlich auch die gehörige Aus-ung und Breite und sonach stimmen jedenfalls (wenn nicht in der Zwischenzeit, während die Lage schwimmt und den d noch nicht berührt, unerwartete Vertiefungen eintreten) die sirungen des Werkes sowohl über, als unter Wasser mit den-en überein, die man darstellen wollte. Sind dagegen die n zu stark oder zu schwach, oder auch zu lang oder zu kurz efallen, so bilden die Seitendossirungen keine Ebenen, son-krumme Flächen. Der begangene Fehler muss indessen schon gross sein, wenn er überhaupt bemerkt werden kann, da Tiefenmessung auf dem losen Strauche höchst unsicher ist. geschicht daher nicht selten, dass selbst solche Werke, die haus schlecht ausgeführt sind, bei der ersten Untersuchung en Verdacht erregen, aber dennoch bald starke Versackungen bedeutende Beschädigungen in der Oberfläche und besonders Kopfe der Buhne zeigen. Die Veranlassung hierzu liegt meist r, dass einzelne Faschinen-Lagen beim Versenken so stark igt wurden, dass das Beschwerungs-Material herabfiel, theils sind die Flächen, worauf sie aufliegen, auch so uneben, dass ich denselben nicht sogleich anschliessen konnten, und sonach gs Höhlungen im Werke blieben, die erst später bei dem nden Drucke sich ausfüllen und die bemerkten Versackungen Folge haben.

i dieser Gelegenheit muss noch bemerkt werden, dass die erigkeit, welche der Buhnenbau häufig bietet, und welche

zuweilen sogar die Fortsetzung der Werke bis zu der beabsi
Länge unmöglich macht, nicht selten nur durch die unpa
Anordnung des Baues veranlasst wird. Wenn die Tie
gross ist, so kann eine kurze Faschinen-Lage den Grun
berühren, ohne sich auf den Kopf zu stellen und ihr Beschw
Material zu verlieren. Man darf sich daher nicht wunder
eine solche vom Strome, der mit Heftigkeit zwischen ihr u
Bette sich hindurchzieht, fortgerissen und zugleich das Be
Neue vertieft wird. Man kann freilich der Vertiefung des
bettes während des Baues, selbst bei gehöriger Führung de
ohne Anwendung besonderer Vorkehrungen nicht imme
begegnen, aber je grösser die Schwierigkeit an sich ist,
mehr muss man sich bemühen, den ganzen Fortgang de
zu überwachen. Wenn man dagegen ohne Vorbehalt ein
trole die ganze Ausführung dem Buhnenmeister überlässt,
gewöhnliche Fälle vielleicht hinreichend routinirt ist, d
die Bildung fehlt, um ausserordentliche Schwierigkeiten
zu würdigen, so geschieht es wohl, dass Maassregeln
werden, die so verkehrt sind, dass sie selbst unter g
Umständen zu keinem Ziele führen würden, oder die Ve
des ganzen Werkes erst aufgehoben werden müsste, bevo
beabsichtigte Form annehmen könnte. Dergleichen un
Maassregeln werden aber vermieden, wenn der Baumei
einzelne Ausführung zu beurtheilen und nöthigenfalls an
im Stande ist. Hierzu dürfte die vorstehende Auseinande
dienen.

Die **Stärke** der einzelnen Lage beträgt, nachdem
vollständig comprimirt ist, mit Einschluss des Beschw
Materials etwa 3 Fuss; sie muss aber in dem losen Fa
körper bedeutend grösser sein, damit sie bei eintretende
pression nicht zu geringe wird. Sie nimmt also nach u
in dem Maasse ab, wie der Druck des aufgebrachten Beschw
Materials oder der darüber gelegten folgenden Lage z
Dieser Umstand ist für die Ausführung des Packwerkes von
Wichtigkeit. Man belastet nämlich die Lagen keineswegs
so stark, dass sie vollständig niedersinken, und dieses i
nicht nothwendig, indem das Beschwerungs-Material der
ruhenden folgenden Lagen gleichfalls auf sie wirkt. Man

theile sehr vorsichtig mit der Belastung, damit jede einzelne noch so lange schwimmt, bis sie durch die folgende überwird. Indem nun aber die neue Lage eben so wie alle rgehenden an ihrem äussern Ende am wenigsten belastet ist, eibt sie anfangs hier viel dicker, und sonach erreicht man len schwach belasteten Lagen viel früher die Sohle trombettes, als wenn man sogleich die zur vollständigen Comion erforderliche Belastung aufgebracht hätte. Der Vortheil Verfahrens ist sehr wesentlich, denn jede Lage ruht im ten Theile ihrer Länge schon während des Baues auf der rgehenden, und der Strom kann sich unter dem begonnenen weniger hindurchziehen, woher auch die Gefahr geringer wird, eine grosse Tiefe sich daselbst bilden möchte. Ausserdem der noch lose Theil des Werkes dem Drucke des strömenden ers einen viel kräftigeren Widerstand, wenn er sich gegen Grund stützt, und wenn jede Lage mit Ausnahme ihres vor-Theiles auf der vorhergehenden aufliegt. Die Profilzeichnung 119 *b* zeigt dieses Verhalten der einzelnen Lagen und es ist noch zu bemerken, dass die vollständige und oft sogar eine stärkere Belastung als diejenige, welche das fertige Werk t, schon während des Baues durch aufgesetzte Sandhaufen gen muss, die sich bis zum Anfange der letzten Lage bei *A* ecken. Diese Stelle kann daher als fest angesehen werden, sonach ändert sich auch die Axe nicht mehr, um welche die Lage bei der allmäligen Versenkung sich dreht.

In diesem lockern Zustande darf man indessen die Faschinen-n nicht lange Zeit hindurch stehn lassen, weil sie dem Strome die Dauer nicht hinreichenden Widerstand leisten, auch das werungs-Material, womit sie bedeckt sind, durch das hindringende Wasser nach und nach ausgespült wird. Dieses ltniss darf daher nur während des raschen Betriebes des bestehen, und sobald eine Unterbrechung eintritt, und ntlich wenn das Wasser wächst, wobei auch die Strömung zeit heftiger wird, muss man sogleich eilen, alle Lagen vollig zu versenken. In diesem Falle genügt aber leichtes Be-erungs-Material für die letzte Lage nicht mehr, weil dasselbe Ueberdeckung nicht hinreichenden Widerstand leisten könnte fortgespült werden würde, wodurch der ganze Bau der Zer-

störung ausgesetzt wäre. Man muss daher diejenige Lage, in welcher die Unterbrechung eintritt, in gleicher Weise, wie die äusserste Lage des ganzen Werkes durch gröberes Beschwerungs-Material sichern.

Die **Fortsetzung** des Baues ist nach einer solchen Unterbrechung sehr schwierig und dasselbe findet auch statt, wenn durch Unvorsichtigkeit eine Lage so stark beschwert wurde, dass sie unerwartet ganz versank. Man kann den Bau der neuen Lage jedesmal nur an der Stelle beginnen, wo das Werk über Wasser liegt; man ist also gezwungen, eine weit längere Ausschussl... zu machen, als sonst nöthig gewesen wäre, oder man muss wie vor einem steil abgebrochenen Ufer durch wenig vortretende Pa... Lagen nach und nach die regelmässige Fortsetzung des Baues wieder möglich zu machen suchen.

Die vorstehend hergeleiteten Regeln über die Anordnung der Packwerke sind an sich ganz allgemein. Die beispielsweise gewählten Fälle beziehen sich aber nur auf solche Bauten, die in den Strom hineintreten, also auf Buhnen. Man kann jedoch in ganz gleiche Weise auch **Uferdeckungen** und **Parallelwerke** ausführen. Es ist nothwendig, dieses Falles besonders zu erwähnen, weil man dabei häufig eine Aenderung eintreten lässt, die sich wohl nicht rechtfertigt.

Wenn vor einem abbrüchigen Ufer, wie Fig. 132 auf Taf. XI ein solches im Profile darstellt, ein Packwerk erbaut werden soll, so erhält dasselbe nur an der einen Seite, nämlich an der dem Strome zugekehrten, diejenige Dossirung, welche man einer Buhne an beiden Seiten zu geben pflegt, weil es sich an der andern Seite an das Ufer anschliesst. Kennt man durch genaue Peilung die Form des Letztern, so hat es keine Schwierigkeit, die Ausdehnung einer jeden Lage des Werkes zu bestimmen. Die angegebenen Methoden lassen sich unmittelbar auf diesen Fall anwenden, und die Lagen erhalten nur insofern eine abweichende Form, als sie an der Uferseite mit keiner vortretenden Ecke versehen sind, wie die Construction ergiebt. Diese Lagen bilden aber nach dem Versenken gleichfalls Ebenen und ihre stärkste N... fällt in die Richtung derjenigen Vertikalebene, welche man an dieser Stelle durch die Längenaxe des Werkes legt; oder man

…rn Worten, die Drehungsaxe jeder Lage ist wieder normal …n die Längenaxe des Werkes gerichtet. Wäre das Ufer …recht abgebrochen, so würden die einzelnen Lagen, während …noch schwimmen, sich bis zum Ufer hinziehen, wie Fig. 133 …; wenn dagegen das Ufer, wie dieses fast immer der Fall ist, … grössere oder kleinere Böschung hat, so schliesst sich die …s der Lage, während diese noch schwimmt, nicht an das … an, wohl aber erreicht sie dieses beim Versenken, da dasselbe …grösserer Tiefe weiter vortritt.

Die Aenderungen, die man in der Construction der Ufer-…kungen zuweilen eintreten lässt, bestehn zunächst darin, dass …n den einzelnen Lagen nicht mehr die Gestalt eines Trapezes, …dern eines rechtwinkligen Dreiecks giebt. Dieses würde von …nem wesentlichen Nachtheile sein, insofern diese Ergänzung … hintern oder obern Theiles der Faschinen-Lage über die …ehungsaxe hinaus nur die Fortsetzung der Dossirung über Wasser … Folge haben würde, was sich später leicht beliebig ändern …st. Sodann aber pflegt man häufig auch die Richtung der …ehungsaxe ganz zu verändern, indem man jede der erwähnten …eiseitigen Lagen ohne Rücksicht auf die Dossirung des Ufers … dasselbe anschliesst und mittelst der übergenagelten Würste …an befestigt. Wenn diese Würste beim Versenken nicht nach-…ben, so legt sich die Lage auf das Ufer auf und kann dabei …cht so steil werden, dass das aufgebrachte Beschwerungs-Ma-…ial herabfällt. Wenn dagegen die Würste, die in diesem Falle …em starken Zuge ausgesetzt sind, auseinander reissen, oder … Pfählchen nachgeben, so lässt es sich nicht vorher bestimmen, … weit die Lage sich vom Ufer entfernen wird. Die Regel-…ssigkeit des Baues wird daher, abgesehen von der steilen Nei-…g der Lage, jedenfalls wesentlich beeinträchtigt. Wenn es … auch möglich ist, sie durch Anbringung von keilförmigen …stärkungen (Pülv-Lagen) an das Ufer anzuschliessen und ihre …hungsaxen dem Ufer parallel zu legen, so ist dadurch die …nstruction keinesweges erleichtert, sondern im Gegentheile sehr …chwert. Der Beginn des Packwerksbaues ist nämlich, wie …on oben bemerkt worden, neben einem steilen Ufer wegen der …rderlichen grossen Länge der Lagen sehr schwierig; verfährt …n nach den obigen Regeln, so tritt diese Schwierigkeit nur

am Anfangspunkte des Werkes ein, nach der letzten M wiederholt sie sich aber bei jeder einzelnen Faschinen-La

Gewöhnlich soll ein abbrüchiges Ufer nicht in der u mässigen Form, die es hat, gedeckt werden, sondern m dasselbe zugleich reguliren und eine gehörige Uferlinie d (§. 73). Hiernach schliesst sich das Packwerk nicht im mittelbar an das Ufer an, sondern es entfernt sich zuweile und muss alsdann in derselben Art wie eine Buhne frei im ausgeführt werden. Dabei tritt indessen der Unterschied e der Raum zwischen diesem Deckwerke oder Parallel und dem Ufer, wenn er nicht gross ist, gleich nach Bee des Baues mit Erde oder Sand ausgefüllt wird, wie Fig. 13 Das dazu erforderliche Material gewinnt man gewöhnlic durch Abböschung des dahinter liegenden höheren Ufers. eine solche Ausfüllung aber auch nicht erfolgt, so ist geschlossene Raum neben dem Ufer entweder an sich s deutend, dass hier das Eintreten einer starken Strömun erwartet werden kann, oder man trennt durch Anschlüsse, Parallelwerken, jenen Raum in so viele Abtheilungen, dass die Strömung sehr ermässigt wird. Auf diese Weise ist chen freiliegenden Uferdeckwerken nicht leicht ein starkes stürzen des Hochwassers zu besorgen, und man kann si an der hintern Seite entweder lothrecht oder doch mit ein steilen Böschung aufführen. In der Figur ist eine Böschu wählt, wobei die Anlage dem dritten Theile der Höhe glei

Die grosse Verschiedenheit der Tiefe in jedem Que bei solchen Werken ist Veranlassung, dass die Lagen se symmetrisch erscheinen und, wie bereits erwähnt, zuweil aus einem Dreiecke bestehen. Ich habe in Fig. 135 *a*, *b* das Verfahren vollständig dargestellt, wonach man die Fo Ausdehnung jeder Lage in solchem Falle finden kann. Grundrisse Fig. 135 *a* sind in gleichen Abständen die Que eingetragen, und zwar beziehen sich dieselben auf die mit A u. s. w. bezeichneten Linien. In dem durch die Mittelli Krone des Werkes, oder durch *MM* gelegten Länge (Fig. 135 *b*) sind noch die Tiefen für zwei andere parallele *LL* und *NN* eingetragen. Man stellt im Längenprofile d zelnen Lagen dar, wie hier durch die schrägen Linien ges

daraus findet man leicht die Länge jeder Lage und zwar sowohl in der Mittellinie, wie in den beiden Seitenlinien *M* und *N*). Diese Längen müssen normal zur jedesmaligen ungsaxe aufgetragen werden. Die beiden Seitenlinien bilden in gleicher Weise, wie bei Gelegenheit des Buhnenbaues its erwähnt, nach Maassgabe der gewählten Seitendossirungen sse constante Winkel mit der Mittellinie des Werkes oder mit jedesmaligen Drehungsaxe. Wenn man daher diese Winkel lem Grundrisse aufträgt, so sind deren äussere Schenkel die nbegrenzungen der Lagen.

§. 78.

Ausführung des Packwerksbaues.

Das Packwerk besteht, wie bereits erwähnt ist, aus Faschinen-en, deren jede einzelne auf dem Wasser schwimmend verbunden in ihrer ganzen Ausdehnung mit Beschwerungs-Material be-t wird. Letzteres darf indessen nicht so reichlich aufgebracht len, dass die Lage sogleich vollständig versinkt, sie muss nehr erst durch die folgende herabgedrückt werden. Indem hinterer Rand, der dem Ufer oder dem Anfangspunkte des kes zugekehrt ist, auf dem bereits festliegenden Theile des s ruht, so findet hier keine Senkung statt. Die Faschinen- dreht sich vielmehr beim Versinken um diesen Rand, wie eine feste Axe, und nimmt, wenn sie durch die folgenden n und das aufgebrachte Beschwerungs-Material ihre voll-lige Belastung erhalten hat, eine gewisse vorher bestimmte ung an, welche in ihrer ganzen Ausdehnung möglichst gleich-ig sein muss. Es ist gezeigt worden, wie diese Bedingung rch erfüllt wird, dass man der Lage eine angemessene Form, lehnung und Höhe oder Dicke giebt, welche letztere zuweilen vordern Theile verstärkt werden muss. Das Verfahren des indens und Versenkens wiederholt sich sehr gleichmässig bei einzelnen Lagen; es wird daher genügen, dasselbe an einer beschreiben. Von den Vorsichtsmaassregeln, die beim An-usse des Werkes an das Ufer, so wie zur Sicherung des lern Theiles oder des Kopfes erforderlich sind, soll später die e sein.

Die Figuren 122, 123 und 124 auf Taf. XXXIX stellen den Bau einer Lage in verschiedenen Perioden dar, und die Ausdehnung der im Bau begriffenen, so wie der nächst vorhergehenden Lage, ist in diesen Figuren übereinstimmend durch punktirte Linien angedeutet. Die vorhergehende Lage ist, wie Fig. 122 zeigt, nicht nur im Faschinenwerke vollständig beendigt, sondern auch mit Beschwerungs-Material bedeckt. Dasselbe ist jedoch im äussern Theile, wo die Lage noch schwimmen soll, nur in geringer Masse aufgebracht, woher es hier die Würste noch nicht bedeckt. In dem hintern Theile der Lage sind dagegen die Würste bereits überschüttet, und im Anschlusse an das schon festliegende Werk ist ein hoher Haufen Beschwerungs-Material aufgestellt, der einerseits die vollständige Compression hier bewirken, andererseits aber die Gelegenheit bieten soll, die Beschwerung der neuen Lage, die bis an diesen Haufen reicht, möglichst rasch vornehmen zu können.

Alle einzelnen Faschinen werden, wie schon bemerkt (§. 7[illegible]), parallel nebeneinander gelegt, und zwar so, dass die Wipfelenden nach aussen gekehrt sind. Es kommt zunächst darauf an, die neue Lage weiter in den Strom zu treiben, ohne dass man die vorhergehende zu sehr belastet, da diese sonst fortsinken würde. Man stellt daher zuerst die sogenannte **Ausschusslage** oder **Vorlage** dar, das heisst denjenigen Theil, in welchem jede folgende Faschinenreihe über die vorhergehende heraustritt. Auf der stromaufwärts gekehrten Ecke wird die erste Faschine ausgeworfen, und an diese schliessen sich die folgenden an, so dass die äussere (oder die vom Anfangspunkte des Werkes abgekehrte) Seite der vorhergehenden Lage mit Einschluss der beiden Ecken mit einer Faschinenreihe überdeckt wird, deren Anfang Fig. 123 zeigt. Diese Reihe springt in den Ecken nur wenig über die vorhergehende Lage vor, wohl aber geschieht dieses an der vordern Seite, und man kann sie unter günstigen Umständen bis zur halben Faschinenlänge vortreten lassen. Zuweilen ist es jedoch schwierig, auch nur einen geringen Vorsprung zu gewinnen, und man muss alsdann zu besonderen Maassregeln greifen, die später beschrieben werden sollen.

Es kommt darauf an, durch die verschiedenen übereinander greifenden Faschinenreihen die Ausschusslage in der bestimmten **Form** darzustellen; dabei ist jedoch auf die Wipfelenden der

schinen nicht Rücksicht zu nehmen, weil diese zu wenig Masse
sen. Die Bildung der scharfen Ecken ist gleichfalls unnöthig,
durch der gehörige Schluss zwischen den einzelnen Faschinen
gehoben würde. Indem man es aber vermeiden muss, die
ssern Faschinen parallel zur Seite der Lage auszuwerfen, weil
in diesem Falle nicht gehörig befestigt werden könnten, so
es Regel, dieselben immer ungefähr normal gegen die Curve
legen, welche die ganze Reihe begrenzt. Auf diese Weise
eckt jede Faschine mit dem Stammende, wo ihr Querschnitt am
össten ist, im Innern des Werkes, und es ist sonach unmöglich,
ss sie herausgerissen oder fortgespült werden kann.

Die einzelnen Faschinen müssen nicht nur recht regelmässig
geschlossener Reihe und mit Rücksicht auf die der Lage zu
ebende Form ausgeworfen werden, sondern diese Arbeit muss
ch möglichst schnell erfolgen, da bei der zunehmenden Belastung
schwimmende Lage zu sinken anfängt. Zum Beischaffen
r Faschinen muss daher die gehörige Anzahl von Arbeitern
gestellt werden, und zwar muss diese um so grösser sein,
weiter der Faschinenhaufen entfernt ist. Man stellt zuweilen
Arbeiter reihenweise auf, und lässt einen dem andern jede
schine zureichen. Diese Anordnung ist indessen für die Leute
r ermüdend, da jeder Einzelne gezwungen wird, die Last von
nem aufzuheben. Weit vortheilhafter ist es, wenn jeder Arbeiter
e Faschine von dem Haufen entnimmt und dieselbe auf der
ulter bis zum Kribbmeister trägt. Da das Heben der Faschinen,
schon erwähnt, sehr schnell erfolgt, wenn sie aufrecht und
ar auf dem Stammende stehen, so können die Leute in diesem
lle in ununterbrochener Reihe hinter einander gehen, und es
schieht nicht selten, dass dem Kribbmeister die Faschinen noch
was schneller zugetragen werden, als er sie verlegen kann. Die
r zurückgehenden Arbeiter müssen denen, welche hingehen,
sweichen, und es ist am besten, wenn man beiden besondere
ege anweist. Der bequemste und nächste Weg dient aber für
e belasteten Arbeiter.

Der Kribbmeister steht jedesmal an der Stelle, wo die
chstfolgende Faschine verlegt werden soll. Der Arbeiter, der
se trägt, stellt sie in gleicher Weise, wie er sie aufgehoben
tte, dicht vor den Kribbmeister. Derselbe fasst sie mit beiden

Händen an und wirft sie an ihre Stelle. Hat er gehörige Ueb
so fällt die Faschine sogleich in die passende Lage, so dass
kein weiteres Zurechtlegen erforderlich ist. Es ist natürlich,
die Arbeit ausserordentlich verzögert werden würde, wenn
Kribbmeister sich jedesmal bücken und die Faschine an ihre S
schieben oder wohl gar sie von Neuem aufheben müsste.
solches Verfahren ist daher nicht zu gestatten, und eben so
ist es zulässig, dass die Arbeiter selbst die Faschinen ausw
und der Kribbmeister sie alsdann ordnet, wobei das Wiede
heben unvermeidlich ist. Manche Kribbmeister haben die Ge
heit, beim Auswerfen der Faschinen besonders dahin zu s
dass das Wipfelende an die passende Stelle kommt, un
Stammende mit dem Fusse nachzustossen. Dieses Verfahre
wenig zeitraubend und darf daher wohl gestattet werden.

Ein gar zu ängstliches Verlegen ist indessen ohne
Nutzen. Zwischen den Faschinen dürfen freilich keine
Räume offen bleiben, und noch weniger dürfen die Faschin
einer Reihe stellenweise auf einander liegen; es schadet aber n
wenn das Stammende einer Faschine bis zu einem halben
vor den übrigen vortritt oder zurückspringt.

Das bisher Gesagte bezog sich auf das Auswerfen der
schinen in der ersten Reihe der Ausschusslage. Nachdem
beendigt ist, wird in gleicher Weise die zweite und alle folge
Reihen behandelt, von denen eine jede auf der vordern Seit
der früheren etwas vortritt, bis man die beabsichtigte Ausdeh
der ganzen Vorlage erreicht hat. Bei schwacher Strömung
man, wie bereits erwähnt, jede einzelne Reihe bedeutend übe
vorhergehende vortreten lassen; im entgegengesetzten Fall
dieses nicht möglich, man muss alsdann aber wegen der grös
Zunahme der Tiefe die Lage an ihrem vordern Ende auch
sonders dick machen, um eine zu steile Stellung nach dem
senken zu verhindern. Die Ausschusslage besteht nach Umstä
aus zwei bis sechs und zuweilen noch mehr Faschinenre
Fig. 123 zeigt die fertige Ausschusslage, aus drei Reihen bestel
in der Ansicht von oben, und Fig. 125 im Längendurchsch

Nachdem die Ausschusslage beendigt ist, geht man sog
zur Rücklage über, die diesen Namen von der Art ihrer

ensetzung erhalten hat. Man wirft nämlich zuerst die äussere inenreihe aus und geht nach und nach zurück. Die Rich- der einzelnen Faschinen, so wie auch die Anordnung der n Reihen stimmt dabei genau mit denen der Ausschusslage n. Durch das Zurückziehen der Reihen werden aber immer ammenden der vorhergehenden überdeckt, woher man in der n Rücklage nicht diese, sondern nur die Wipfelenden der inen sieht, und bei sorgfältiger Arbeit muss die ganze chfläche ziemlich eben sein und keine Unregelmässigkeiten nzelnen Stellen bemerken lassen. Die Darstellung der Rück- ist mit keinen Schwierigkeiten verbunden, weil die einzelnen inen immer auf der darunter befindlichen Lage ganz sicher gen; sollte letztere stellenweise auch etwas sinken, so bilden ürste und die Köpfe der Pfähle so viele Unebenheiten in Oberfläche, dass ein Forttreiben der fertigen Vorlage durch etendes Wasser nicht leicht erfolgen kann. Aus diesem le muss der Kribbmeister beim Auswerfen der Faschinen zur age mit aller Aufmerksamkeit dafür sorgen, dass die ganze die gehörige Ausdehnung und in allen Theilen die erforder- Dicke erhält. Sollte bei der Ausschusslage in dieser Be- g ein Fehler begangen sein, so lässt sich derselbe bei der age immer leicht verbessern. Es darf kaum erwähnt werden, man die grössere Stärke der Lage dadurch hervorbringt, lie einzelnen Reihen nur wenig gegen einander zurücktreten, nd durch das entgegengesetzte Verfahren eine geringere Dicke stellt wird. Fig. 126 zeigt den Anfang der Rücklage im ndurchschnitt, und die untere Hälfte von Fig. 124 denselben r Ansicht von oben.

Da die gebundenen Faschinen grössere Zwischenräume zwischen lassen, so pflegt man wohl in der Rücklage, woselbst ein eiben der einzelnen Reiser nicht mehr zu besorgen ist, die er der Faschinen aufzuhauen und die Reiser gleichmässig breiten. Dieses Verfahren darf natürlich nicht früher ein- , als bis die Faschinen verlegt sind, weil sonst das Bei- n und Verpacken zu sehr erschwert würde. Es wird dabei sen kein wesentlicher Vortheil erreicht, und es ist sogar elhaft, ob die ganze Strauchmasse hierdurch in eine mehr lossene Lage gebracht wird. Das Aufhauen dient nur dazu,

die Zwischenräume in der Oberfläche etwas gleichmässiger zu vertheilen, wodurch die ganze Lage mehr geebnet erscheint. Sollte eine Unterbrechung der Arbeit oder das Eintreten anderer Umstände besorgt werden, wodurch die Festigkeit der Lage gefährdet werden könnte, so ist es gewiss vorzuziehen, die einzelnen Faschinen nicht zu lösen, weil die Bänder doch einigermaassen den Zusammenhang der ganzen Masse befördern.

Sobald die letzte Faschinenreihe den festen Theil des Werkes oder den aufgesetzten Sand- oder Kieshaufen erreicht, so kommt es darauf an, die Lage in ihren Theilen zu verbinden, damit sie das Senkmaterial tragen und als zusammenhängende Masse herabsinken kann, ohne sich aufzulösen. Diese Verbindung geschieht durch *Uebernageln der Würste*. Man pflegt zuweilen die Ausschusslage, auch wohl einzelne Theile derselben, schon in dieser Art an die vorhergehende Lage zu befestigen, indem einzelne kurze Würste oder sogenannte *Anker* schräge übergeworfen und mit Faschinenpfählen an beide Theile genagelt werden; man verhindert dadurch, dass die Ausschusslage vom Strome zerrissen oder im Ganzen fortgetrieben wird. Die Würste müssen daher in diesem Falle nicht parallel zur Längenrichtung des ganzen Werkes, sondern schräge dagegen gelegt werden, so dass sie mit der obern oder stromaufwärts gekehrten Ecke der fertigen Lage befestigt sind, und sich stromabwärts über den Ausschuss hinziehen. Man erreicht bei dieser schrägen Richtung noch den Vortheil, dass die Würste eine grosse Anzahl von Faschinen in jeder Reihe treffen und daher eine weit kräftigere Verbindung bewirken. Bei grosser Breite der Ausschusslage wirft man auch mehrere Würste aus, die alsdann sämmtlich in schräger Richtung parallel zu einander liegen. Es ist aber ganz zwecklos, über diese Würste noch andere kreuzweise zu legen, da letztere gegen den Druck des Stromes keinen Widerstand äussern können. Dieses Verfahren ist sogar nachtheilig, in sofern in der Durchkreuzung ein viel grösserer freier Raum entsteht, der nicht gefüllt werden kann. Selbst jene ersten Würste sind schon in sofern nachtheilig, als sie neben sich leere Räume bilden, welche weder durch die darunter, noch durch die darüber liegenden Faschinen, und eben so wenig durch das Beschwerungs-Material ausgefüllt werden, da letzteres erst auf die Rücklage geworfen wird. Es ist daher

er, dieses Anschliessen der Ausschusslage zu vermeiden, so man kein Abreissen besorgen darf.

Auf der fertigen Rücklage ist das Auflegen der Würste statt derselben der Flechtbänder nothwendig. Dieses ist aber ohne Nachtheil, indem die vertieften Felder dazwischen mit material gefüllt werden. Man bringt zuerst die Randwürste das heisst, man legt möglichst nahe am Rande der neuen , soweit man sich demselben nähern kann, zwei Würste neben nder, die also die ganze Lage umgeben und bis zum festen le des Werkes oder bis zum Kieshaufen reichen. Sollten Würste nicht lang genug sein, so müssen sie gestossen werden, sorgt aber dafür, dass die Stösse beider Randwürste nicht mentreffen. In jedem Stosse schiessen beide Enden etwa 4 Fuss Länge an einander vorbei und werden mit einigen en Bindweiden in der oben beschriebenen Art zusammen-den. Demnächst werden in Abständen von 2 Fuss die Fa-enpfähle durch die Würste hindurchgetrieben, man steckt sie chselnd nach der innern und äussern Seite etwas geneigt e Wurst ein, und ein anderer Arbeiter, der mit einem höl-n Schlägel versehen ist, treibt sie soweit herab, dass ihr 6 bis 9 Zoll über der Wurst vorsteht. Dieses ist, wie schon angeführt, nothwendig, um zu verhindern, dass sie sich nicht ganz durch die Wurst hindurchziehen, ausserdem aber dient vortretende Theil des Pfahles auch noch zur Darstellung einer indung mit der folgenden Lage.

Parallel zu den Randwürsten werden andere Würste in gleicher se gelegt, die am vordern Theile der Lage von jenen und r sich 2 bis 3 Fuss entfernt sind, sich aber rückwärts ein-r nähern, damit sie sämmtlich, ohne sich zu kreuzen, an den n Theil des Werkes angeschlossen werden können. Die obere fte von Fig. 124 zeigt diese Anordnung. Es darf kaum er-nt werden, dass das Auflegen und Festnageln mehrerer Würste chzeitig erfolgt, jedoch darauf Rücksicht genommen wird, dass Leute sich nicht gegenseitig in ihren Verrichtungen stören.

Bei diesem Aufbringen und Befestigen der Würste entsteht Schwierigkeit, dass das Gehen und selbst das Stehen auf den n Faschinen höchst unbequem ist. Die Arbeiter gewöhnen sich r bald daran, die Füsse immer quer über die Reiser zu setzen,

wodurch sie ein tiefes Einsinken vermeiden, aber dennoch
die Unbequemlichkeit so gross, dass ältere Arbeiter, wenn
auch sonst tüchtig und kräftig sind, in diesem Falle nur
leisten. Das Legen der Würste, sowie das Einschlagen der
Pfählchen erfordert indessen wenig Körperkraft und wird
leichter, je weniger der Arbeiter einsinkt oder je leichter er
ist. Man kann daher hierbei mit grossem Vortheil jüngere
und selbst Knaben benutzen; letztere sind überdies im S
die Randwurst weiter herauszulegen und besser zu befestig
ausgewachsene Personen, da sie von der schwimmenden Lag
sicherer getragen werden. Wenn es auch nicht möglich i
den andern Theilen der Ausführung des Baues die Knab
vortheilhaft wie hier zu beschäftigen, so fehlt doch nich
die Gelegenheit dazu. Manche Verrichtungen können eben
durch schwächere, wie durch kräftigere Arbeiter ausgeführt w
wenn sie gleich im ersten Falle nicht so schnell von statten
für andere aber, wie etwa für das Beitragen der Faschinen,
sich gleichfalls junge Leute, sobald man ihnen die erford
Erholung gestattet, oder sie in Ablösungen arbeiten lässt
Annahme solcher und selbst kräftiger Knaben pflegt dah
Ausführung von Packwerksbauten keineswegs die Arbeits
zu vermehren, vorausgesetzt, dass man sie für geringeres
lohn engagiren kann.

Zur Vervollständigung der Lage gehört endlich noch
Aufbringen des Beschwerungs-Materials. Die
sichten, welche dabei zu nehmen sind, habe ich grossen
bereits erwähnt. Die ganze Lage wird bis zu den Randw
beschüttet, jedoch nur so hoch, dass sie nicht vollständig
sinkt, sondern noch immer über dem Wasser bleibt. Beso
darf der vordere Theil der Lage nicht zu stark belastet w
da er über die vorhergehende heraustritt und frei im Wasser
weiter rückwärts äussern schon die darunter befindlichen
einen kräftigen Widerstand gegen das Sinken, wenn sie
noch nicht vollständig comprimirt sind. Die Quantität des
zubringenden Materials ist aber theils nach dem specifische
wichte desselben und theils nach der Holzart und der Trock
der Faschinen sehr verschieden. Die Einsenkung selbst
zum Maassstabe für die Belastung dienen und man darf

vergessen, dass die Lage nicht sogleich bis zu derjenigen eintaucht, welche der Belastung entspricht; sie sinkt vielohne dass neues Material aufgebracht wird, nach und nach herab, wozu das Eindringen des Wassers in das Strauch ie Entfernung der anfangs noch zurückbleibenden Luften Veranlassung giebt. Man muss also die Belastung so m aufbringen, dass dieselbe noch einige Zolle hoch über r bleibt. Wenn alsdann später eine tiefere Senkung eintritt, rliert dieses Material bei der Eintauchung wieder einen n Theil seines Gewichts und man darf deshalb das vollge Versinken nicht befürchten. Die einzelnen Reiser veraber, wenn sie sehr lange im Wasser gelegen haben, ihre Tragkraft, daher darf man nie darauf rechnen, die berte Lage länger, als höchstens einige Tage hindurch schwimzu erhalten. Es ist sogar Regel, die neue Lage immer elbar nach Beendigung der vorhergehenden, oder beim rbeginn der Arbeit am folgenden Morgen zur Ausführung ngen. Im ersten Falle kann das Beschwerungs-Material cher aufgebracht werden, was in Bezug auf die gleichere Vertheilung desselben in dem ganzen Körper des Baues ilhaft ist.

ei der festen Verbindung und der Steifigkeit der ganzen können einzelne Theile derselben nicht so tief eintauchen, ieses geschehen würde, wenn sie ganz frei wären. Bei ichmässiger Belastung wird die Lage zwar merklich en, aber die am stärksten belasteten Stellen werden durch , die mehr Tragfähigkeit behalten haben, am tiefern Ein- verhindert. Dieser Umstand ist in sofern vortheilhaft, als ganz gleichmässige Vertheilung des Beschwerungs-Materials rlich macht, die bei der gewöhnlichen Art der Ausführung icht zu erreichen sein würde. Andererseits aber folgt hieraus die Nothwendigkeit, beim Beschweren der Lagen vorsichtig erke zu gehen, und nicht etwa einzelne Stellen, die zufälliger schwach belastet waren, zuletzt noch stark zu beschütten, diese nicht nur sich selbst, sondern die ganze Lage schwimerhalten müssen. Besonders darf man nicht auf dem äussern der Lage das Beschwerungs-Material zu stark aufbringen s ist viel vortheilhafter und geschieht auch ziemlich allgemein,

dass man die neue Lage zuerst an ihrem hintern Theile, wo si sich an den festen Körper anschliesst, beschwert und von hi aus nach und nach und zwar mit schwächerer Beschüttung zu vordern Theile übergeht.

Um ein zu starkes Herabsinken der Lage während der Zw schenzeit bis zur Fortsetzung des Baues zu verhindern, is sehr wichtig, schon beim Aufbringen des Beschwerungs-Materi das Wasser zwischen die Reiser und namentlich zwischen Blätter eintreten zu lassen und die Luft daraus herauszutreib Man erreicht dieses am sichersten durch starke Erschütterun Im schwimmenden Theile der Lage tritt eine solche im hinreich den Maasse schon beim Gehen der Arbeiter und Aufkarren Sandes von selbst ein. Bei zu starken Bewegungen würde aber leicht der Sand durch das lose Strauch hindurchfallen vom Strome fortgetrieben werden. Die letzte Besorgniss schwindet für diejenige Stelle, wo bis zum Strombette herab Lage auf der andern ruht, aber eben dadurch zeigt sich hier schon eine grössere Festigkeit, welche Veranlassung giebt, das Wasser in die neue oder obere Packung schwerer eindring Der Gebrauch der Handramme ist daher hier sehr wichtig sogar nothwendig, doch darf sie nicht früher gebraucht werden, bis das Beschwerungs-Material wirklich aufgebracht ist, weil die Würste und noch mehr die Pfähle leiden und der obere elasti Körper überhaupt in seiner Verbindung gelöst werden würde.

Ueber das Aufbringen des Senkmaterials ist noch Folgen zu bemerken. Man stellt soviel Arbeiter, als ohne gegenseit Störung geschehen kann, an den Sand- oder Kieshaufen vor neuen Lage und lässt sie die ganze Masse auf diese werfen, durch eine starke Belastung des hintern Theiles der neuen Lag entsteht. Wenn auf solche Weise der Haufen beseitigt ist, werden die Karrdielen ausgelegt, und vom Ufer aus oder wohl von Kähnen, die zur Seite des Werkes liegen, wird Beschüttung nach und nach gegen den vordern Rand der Lag ausgedehnt, während am hintern Ende die Handramme kräfti gebraucht wird. Eine durchaus gleichmässige Vertheilung Materials über die ganze Breite des Werkes ist nicht darzustellen, man muss aber dafür sorgen, dass dieselbe doch nicht gar verschieden ausfällt, und man erreicht dieses besonders dadurch

s die Karrdielen häufig verlegt werden. Ausserdem müssen ondere Arbeiter zum Ausgleichen der beim Umstürzen der Kar- aufgeworfenen Sandhaufen angestellt werden. Im vordern eile der Lage, wo die Aufschüttung gemeinhin nicht die Höhe r Würste erreicht, dienen letztere zur Beurtheilung der Gleich- ssigkeit der Sanddecke. Wenn das Beschwerungs-Material f diese Weise auf die neue Packung aufgebracht ist, so wird r Anschluss an den bereits festliegenden Theil des Werkes ch besonders beschwert, und man bildet hier wieder einen uen Sand- oder Kieshaufen, der einestheils die vollständige mpression bewirken, anderntheils aber dazu dienen soll, das aterial zur Belastung der folgenden Lage wenigstens zum Theil hon zur Stelle zu haben.

Mit dem Bau der einzelnen Lagen wird in der angegebenen t so lange fortgefahren, bis der festliegende Theil oder die ehungsaxe der Lage mit Rücksicht auf den Wasserstand zur it des Baues entweder in den Kopf der Buhne, d. h. in die erlinie, oder ausserhalb derselben in die Kopfdossirung der uhne fällt. Alsdann ist der untere Theil des Werkes, den man schwimmenden Lagen ausführen muss, beendigt. Ueber die rt der Versenkung der letzten Lage soll noch später die Rede in, hier muss aber das Verfahren zur Erhöhung des Baues zur erforderlichen Kronenhöhe beschrieben werden.

Das Packwerk ist nach der Ausführung und Versenkung aller gen ziemlich horizontal abgeglichen, und zwar in der Höhe von Zoll oder 1 Fuss über dem dermaligen Wasserstande. Seine eite ist in der Oberfläche verschieden, und zwar in der Nähe s Ufers am grössten, weil bei gleicher Kronenbreite die Anlage r Dossirungen hier am bedeutendsten ist. Die Form und Höhe s aufzusetzenden keilförmigen Körpers ergiebt sich aus dem rigen und seine Ausführung bietet keine Schwierigkeit, weil sie er Wasser erfolgt. Im Allgemeinen ist diese Construction aber eder der früheren ähnlich. Es wechseln Faschinen- und Erd- gen ab; da jedoch die Würste, die zur Verbindung der ersten ch hier nicht fehlen dürfen, nicht füglich anders als parallel r Axe des Werkes liegen können, so thut man am besten, die aschinen in diesen obern Lagen quer über das Werk oder normal gen die Axe, und zwar mit den Wipfelenden nach aussen zu legen.

Die Vertheilung und Befestigung der Würste ist dieselbe, wie bei den andern Lagen, man pflegt aber in der Nähe der Krone die Pfähle in grösserer Anzahl zu verwenden, um wegen der schwächeren Belastung und des stärkeren Angriffes durch den Strom und das Eis eine innigere Verbindung darzustellen. Die aufgebrachte Erde, besonders wenn sie etwas feucht ist, sinkt hier nicht so leicht in die Zwischenräume des Strauches herab, wie unter Wasser, man muss daher das Eindringen derselben durch starkes **Abrammen** befördern. Sollte dabei die Erde oder der Sand so stark fortsinken, dass die Zwischenräume zwischen den Würsten nicht gehörig angefüllt sind, so bringt man schon vor dem Bau der folgenden Lage aufs Neue eine Schicht Senkmaterial auf. Ueber die Befestigung der obersten Lage oder der Krone des Werkes wird später die Rede sein; wenn aber vor dem Aufbringen der letzten Schutzdecke ein merkliches Sacken an einzelnen Theilen oder im Ganzen bemerkt werden sollte, was namentlich der Fall ist, wenn die Belastung während des Baues nicht genügte, so muss man vorher durch neue Faschinen-Lagen und neue Beschwerung derselben die Ausgleichung der Krone bewirken.

Es ist bisher nur von demjenigen Verfahren die Rede gewesen, welches bei regelmässigem und ungestörtem Fortgange der Arbeit stattfindet. Manche grosse Schwierigkeit in der Fortsetzung des Baues wird freilich nur durch die Schuld des Kribbmeisters herbeigeführt, und würde vermieden werden, wenn die vorstehend entwickelten Regeln immer gehörig beachtet und namentlich jedesmal für die erforderliche Länge der Lagen gesorgt würde. Unterlässt man diese Vorsicht und baut man sorglos weiter, so stellen sich alle späteren Lagen sehr steil, verlieren ihr Beschwerungs-Material und der unter ihnen hindurchziehende Strom vergrössert sehr schnell die Tiefe. Durch starkes Aufpacken und Belasten gelingt es wohl, das ganze Werk endlich herabzudrücken, aber einer Seits hat es alsdann die gehörigen Seitendossirungen und sonach seine Festigkeit und Stabilität verloren: anderer Seits aber böscht es sich auch an seinem Kopfe zu steil ab, wodurch die Wirbelbildung befördert und die Tiefe daselbst noch mehr vergrössert wird. Wenn ein Werk unter solchen Umständen ausgeführt ist, so [illegible] einem starken Angriffe nicht widerstehen und wird gemeinh[illegible] zerstört. Wenn dagegen der heftige Strom und die grosse Wa[illegible]

eine Unterbrechung des Baues veranlassten, so ist der Wieder-
inn desselben um so schwieriger, als die Tiefe sich in der
ischenzeit noch vergrössert hat und alle Lagen vollständig her-
esunken sind. Auch der Mangel an Faschinen und an an-
n Baumaterialien führt zuweilen ähnliche Folgen herbei, und
Schwierigkeiten werden in beiden Fällen zuweilen so gross,
s man der Buhne die beabsichtigte Länge gar nicht geben kann
d dadurch der Erfolg der ganzen Regulirung vereitelt wird.

Zuweilen bietet indessen der starke Strom und die grosse
fe schon an sich solche Schwierigkeiten, dass die Fort-
ung und Beendigung des Baues nach den beschriebenen Me-
len unmöglich wird und namentlich die Lagen nicht weit genug
usgetrieben werden können. Es ist aber leicht einzusehen,
diese Schwierigkeit besonders gross wird, wenn schon die
ergehenden Lagen nicht die gehörige Länge erhalten haben,
man sonach der in der Ausführung begriffenen noch diejenige
ge zusetzen muss, um welche die vorhergehende verkürzt ist.
n es daher auch vorkommen kann, dass man etwa wegen
etender Anschwellung des Stromes, oder vielleicht wegen einer
warteten Unterbrechung der Material-Lieferung gezwungen
den Bau halbvollendet einige Zeit hindurch stehen zu lassen,
muss es doch immer Regel bleiben, der letzten Lage die an-
ommene flache Böschung zu geben. Da jedoch die Veran-
ungen zu Unterbrechungen des Baues zum Theil nicht vorher-
ehen sind und oft sehr unerwartet eintreten, so ist es am sicher-
, jede einzelne Lage in der Länge auszuführen, dass sie nach
ständiger Belastung die gehörige Dossirung annehmen kann.

Für den Fall, dass die Tiefe während des Baues sich nicht
ert, ist es leicht, die erforderliche Länge jeder einzelnen Lage
ugeben, aber häufig ändert sich die Tiefe, während die Lage
bunden wird und nach und nach herabsinkt. Die Aenderung
alsdann natürlich um so grösser, je weiter diese Zwischenzeit
h ausdehnt. Eine solche Vertiefung pflegt indessen nicht leicht
z unerwartet einzutreten und der aufmerksame Kribbmeister
merkt sie schon bei denjenigen Lagen, wo sie ihrer Gering-
gkeit wegen nicht als wesentlich nachtheilig angesehen werden
nn. Er nimmt alsdann bei der folgenden schon auf sie Rück-
ht, und da die Voraussetzung einer grössern Vertiefung, als

wirklich eintritt, zwar einige Erschwerung der Ausführung zur Folge hat, aber an sich nicht nur unschädlich ist, sondern auch den ferneren Bau erleichtert und das fertige Werk verstärkt, so ist es rathsam, beim Eintritt einer starken Strömung, die eine Vertiefung besorgen lässt, für diese eine solche Grösse voraus-zusetzen, die ganz sicher nicht hinter der wirklichen zurückbleibt. Bei dieser Schätzung ist nicht nur die Stärke der Strömung zu betrachten, sondern auch die Beschaffenheit des Grundes und besonders die Dauer der Zwischenzeit zwischen der Ausführung der Lage und ihrer vollständigen Versenkung.

Die ersten Faschinen jeder Reihe, welche in die Seitendossirung treffen und vor der vorhergehenden Lage nicht vortreten, werden zwar selbst bei h e f t i g e m S t r o m e nicht fortgetrieben und bilden sogar einen kräftigen Schutz für die folgenden. Nichts desto weniger ist dieser zuweilen doch nicht genügend, um die folgenden Faschinen zu sichern, die vielmehr bald vom Strome erfasst und mit dem Wipfelende stromabwärts gekehrt werden. Sie verlieren dadurch ihre geschlossene Lage, sind also weniger geeignet, die folgende Reihe zu halten, und ausserdem wird der eigentliche Zweck des Ausschusses dabei vereitelt, da sie vor der vorhergehenden Lage nicht mehr hinreichend weit vortreten. Sollte sich daher dieser Uebelstand zeigt, so muss man demselben ent-gegenwirken; lässt man ihn unbeachtet, so lösen sich bald grössere Massen von Faschinen und treiben fort, woher man das Auswerfen aufs Neue beginnen muss. Es ist hierbei indessen nicht nur die Bewegung der Faschinen in horizontaler Richtung zu besorgen, sondern da unter dem ganzen schwimmenden Theile des Werkes ein starker Strom hindurchzieht, so stellt sich auf der vordern Seite eine abwärts gekehrte Bewegung im Wasser ein, welche die freiliegenden Wipfelenden der Faschinen häufig fasst und sie in die Tiefe zieht oder sie schräge stellt.

Die Mittel, welche man in Anwendung bringen kann, um dieses zu verhindern, sind sehr verschieden. Hierher gehört zunächst die Vorsicht, wovon schon oben §. 76 die Rede war. Dieselbe besteht darin, dass man an der vordern Ecke, woselbst die Gefahr immer am grössten zu sein pflegt, unbelaubte und t r o c k n e F a s c h i n e n auslegt, die eines Theils das Wasser weniger aufhalten und daher einen schwächeren Druck erfahren

n Theils aber wegen des geringeren specifischen Gewichts nicht so leicht herabgezogen werden. Je grösser die An- der hinter einander liegenden und gleich weit vortretenden chinen ist, um so mehr vertheilt sich der Stoss auf sie, und kann daher in einiger Entfernung von der Ecke wieder re Faschinen anwenden.

Sodann hat man zuweilen die Gewohnheit, an den Stellen, der Angriff am stärksten ist, recht feste und gut gebundene chinen anzuwenden und jede derselben mit zwei Pfählen an vorhergehende Lage oder an die bereits ausgeworfene Reihe tzunageln. Schemerl räth sogar, dieses Verfahren bei n Faschinen des Ausschusses anzuwenden. Die hierdurch eigeführte Verzögerung steigert indessen die Gefahr, und ch dürfte es zweifelhaft sein, ob dieses Verfahren wirklich heilhaft ist.

Ein anderes Mittel, welches man häufig anwendet, und wo- h bei mässigem Angriffe des Stromes Unordnungen in der chusslage ziemlich sicher verhindert werden, besteht darin, man, wie Fig. 127 zeigt, ein Stück Wurst über den be- dargestellten Theil der Reihe wirft und das vordere Ende lben festnagelt. Die Wurst an sich würde wenig an den er geworfenen Faschinen haften und daher das Forttreiben lben auch nicht verhindern; dieses geschieht aber, wenn reiliegendes oder schwimmendes Ende mit einer Menge von zweise eingesteckten Pfählen versehen ist, an welche die Fa- en sich lehnen. Man nennt diese Vorrichtung einen Bock. durch wird das unmittelbare Aufliegen und Ineinandergreifen Faschinen verhindert, und es ist nicht rathsam, von diesem el zu häufig Gebrauch zu machen, es vielmehr nur anzuwen- wenn die regelmässige Verpackung in Folge des heftigen mes unmöglich wird.

Sodann wendet man zuweilen mit gutem Erfolge das in Fig. 129 . XL dargestellte Verfahren an. Man sucht nämlich recht feste chinen aus und bindet davon je zwei zusammen, so dass eine uzförmige Verbindung entsteht. Mit dem Verlegen wird der an der stromaufwärts gekehrten Ecke der schwimmenden e der Anfang gemacht, und jedes einzelne Faschinenpaar wird dem einen Sturzende gegen die Randwurst gestützt und mit

dem andern auf derselben festgenagelt. Wenn Alles gehörig bereitet ist, geht diese Arbeit, wobei für jedes Paar nur ein erforderlich ist, recht rasch von statten, und indem die ein Kreuze, von denen hier nur drei gezeichnet sind, sich einander lehnen und ziemlich geschlossen verlegt werden k so ist die ganze Reihe derselben hinreichend befestigt, um heftigen Strömung Widerstand zu leisten. Die Ueberkr der Faschinen hat freilich wieder den Nachtheil, dass gross Räume bleiben, die sich nicht leicht ausfüllen lassen und starker Beschwerung verschwinden. Dieses findet jedoch dem untern Theile der Lage statt, welche das Strombet mittelbar bedeckt; die fernere Packung erfolgt ohne weitere brechung und ganz regelmässig. Der Vortheil dieses Verf besteht aber darin, dass man nicht nur die Ausführung einzelnen Faschinenreihe, sondern die der ganzen Aussch auf diese Weise sicher stellt.

Die sogenannten schwebenden Lagen sind fern Mittel, um bei heftiger Strömung den Ausschuss recht wei zutreiben. Es ist mehrfach erwähnt worden, dass die Fas um so sicherer liegen, je vollständiger die gange Reihe der bereits dargestellt ist. Wenn man daher diese Reihen nic dem Wasser schwimmend, sondern über demselben schwebe det und sie erst eintauchen lässt, wenn sie schon vollständi legt sind, so ist die Gefahr einer Zerstörung sehr verm und dieselbe verschwindet beinahe ganz, wenn mehrere sich deckende Faschinenreihen gleichzeitig herabsinken. Man wie Fig. 130 zeigt, starke Aeste in die letzte, bereits ausg Lage und stösst sie so tief herab, dass sie einem bede Drucke Widerstand leisten können, bevor sie sich abwärts oder abbrechen. Alsdann lehnt man die erste Faschinenrei Ausschusses flach dagegen, und stellt auf diese die zweite und so fort, bis endlich durch das zunehmende Gewicht der Ausschuss auf einmal in das Wasser sinkt. Dieses Verfah zuweilen unter schwierigen Umständen mit Erfolg ange worden; es ist dabei aber immer grosse Vorsicht nöthig, die Senkung recht gleichmässig geschieht, weil ein zu früh stürzender Theil ausser Verbindung mit den übrigen ist u gleich vom Strome fortgetrieben wird.

Endlich erwähne ich noch eines andern zu demselben Zwecke enden Mittels, welches freilich einige Vorbereitung erfordert, r selbst unter den schwierigsten Umständen volle Sicherheit währt und ausserdem die Möglichkeit bietet, die Verpackung z regelmässig vorzunehmen, ohne dass Würste dazwischengelegt r die fertigen Lagen durch eingesetzte Aeste aufgerissen werden fen. Dieses ist der Schwimmbaum. Bei den Bauten am ein im Düsseldorfer Regierungsbezirke wurde er vielfach benutzt, oft in starker Strömung der Ausschuss weit vorgetrieben werden sste. Ein Stück Rundholz, welches so lang ist, dass es die ze Breite der Lage überspannt, befestigt man mittelst eines ues an das Ufer oder an einen Anker, so dass es, wie Fig. 131 t, in geringem Abstande vor der bereits fertigen Lage schwimmt. starker Strömung liegt es hier nicht ruhig, sondern treibt wärts immer hin und her. Man muss alsdann einen Arbeiter die schwimmende Lage stellen, der den Baum mit einem Boots-en festhält. Die Faschinen werden nunmehr in gewöhnlicher ise ausgeworfen; sie fallen jedoch nicht in das Wasser, sondern n mit den Wipfelenden auf dem Schwimmbaum, durch den sie gen und zugleich in ihrer Lage gehalten werden. Die nächste e Faschinen lässt sich auch noch über den Baum werfen, e dass die Stelle desselben verändert werden müsste. Er darf ch nicht zu sehr belastet werden, weil es sonst zu schwierig würde, ihn später weiter zu schieben. Sobald daher einige en Faschinen ausgeworfen sind, stösst man den Baum mittelst er Haken, die man an beiden Enden und wo sonst grade Gelegenheit dazu vorhanden ist, einsetzt; man darf ihn aber t bis vor die äusserte Faschinenreihe treiben, weil diese bei vorausgesetzten starken Strömung noch der Unterstützung be-f. In solcher Weise lässt sich jederzeit selbst eine lange schusslage ohne Schwierigkeit ausführen. Der Baum trägt während ihr vorderes Ende und sichert dasselbe gegen den ss des Wassers. Er bleibt auch an seiner Stelle, während die klage gepackt wird, und erst wenn die Würste aufgebracht festgenagelt sind und die Beschwerung auf den vordern Theil wirken anfängt, zieht man ihn an dem Tau, woran er befestigt heraus. Beim Beginn der folgenden Lage wird er wieder in cher Entfernung gehalten, dass die Faschinen mit den Wipfel-

enden ihn erreichen. Man kann auf diese Weise selbst ungewöhnlich lange Lagen, oder sogenannte **Senklagen** ausführen, die jedoch bis zu ihrer Vollendung und Versenkung nicht nur von einem einzigen Baume getragen werden, sondern in gewissen Abständen von etwa 18 oder 24 Fuss immer auf einem Schwimmbaume ruhen, und daher an diesen Stellen gehalten werden, bis nach und nach, wenn die Versenkung erfolgt, ein Baum nach dem andern und zuletzt der äusserste herausgezogen wird. Von diesen Senklagen wird im Folgenden ausführlicher und zwar bei Gelegenheit der Sicherung der Packwerke die Rede sein.

Die Ausführung der **Uferdeckungen**, und zwar eben sowohl wenn dieselben vom Ufer getrennt sind, als wenn sie unmittelbar davor liegen, stimmt genau mit der der Buhnen überein. Dabei ist nur zu bemerken, dass man bei solchen Uferdeckungen an dem stromaufwärts gekehrten Ende den Anfang macht, wodurch der Bau sehr erleichtert wird, weil man alsdann die Faschinen nicht gegen den Strom, sondern mit demselben auswirft. Es pflegen sich hierbei nicht leicht Schwierigkeiten einzustellen, welche irgend eine Maassregel zur Sicherung der Ausschusslagen erforderlich machen. Anders verhält es sich jedoch, wenn man die sämmtlichen Lagen der Uferdeckung an das Ufer anschliessen will. Es ist schon früher erwähnt, dass bei dieser Bauart keine regelmässigen Dossirungen dargestellt werden können, sie hat aber ausserdem noch den grossen Nachtheil, dass die Verpackung der Faschinen durch den Strom sehr erschwert wird. Es leidet sonach wohl keinen Zweifel, dass die Uferdeckungen viel vortheilhafter dargestellt werden, wenn die beim Buhnenbau übliche Constructionsart genau befolgt, also jede neue Lage wieder an die vorhergehende angeschlossen wird. Im Querschnitte erscheinen alsdann alle Lagen horizontal, wie Fig. 132 zeigt. Man nennt die aus Faschinen erbauten Uferdeckwerke, die unmittelbar am Ufer liegen, gewöhnlich **Bleeswerke**. Diese Benennung ist im nördlichen Deutschlande ziemlich allgemein verbreitet, wiewohl sie in der Holländischen Sprache, aus der sie entnommen ist, eine ganz andere Bedeutung hat. Bleesen, eigentlich Haare, sind nämlich die Wipfelenden der Faschinen: eine Bleeslage ist daher eine solche der, im Gegensatze zu der in Holland üblichen Constructio

Wipfelenden nach aussen gekehrt sind, und dieses geschieht nur bei den Senklagen.

Es ist wiederholentlich darauf aufmerksam gemacht worden, nachtheilig jede Unterbrechung eines Packwerksbaues ist. r eine solche eintritt, muss man die letzte fertige Lage voll-lig versenken, und damit das Beschwerungs-Material während Zeit, dass es frei liegt, nicht fortgespült wird, muss man n Steine oder wenigstens recht groben Kies verwenden. Beim derbeginn der Arbeit tritt die Schwierigkeit ein, dass man den schuss in den nächsten Lagen viel weiter vortreiben muss, es bei regelmässiger Fortsetzung des Baues nöthig gewesen e. Ausserdem ist gemeinhin während der Unterbrechung eine utende Vertiefung vor dem angefangenen Werke eingetreten, che die Fortsetzung aufs Neue erschwert und zugleich einen hnlichen Mehrbedarf an Faschinen und anderem Material zur e hat. In vielen Fällen, und namentlich wenn ein unerwartetes hwellen des Stromes eintritt, ist die Unterbrechung des Baues rmeidlich, zuweilen wird sie aber auch dadurch herbeigeführt, die Lieferung der Materialien nicht in der erwarteten e erfolgt, und die Vorräthe auf der Baustelle erschöpft werden. n Zufälligkeiten dieser Art kann man sich indessen gemeinhin ändig sichern, wenn gehörig bindende Contracte unter genauer echnung der Lieferungs-Termine abgeschlossen sind, und der eamte bei eintretender Verzögerung sogleich, und noch ehe Material verbraucht ist, in Folge der im Contracte festge-en Androhung auf Kosten des Lieferanten die Faschinen aus r Hand ankauft. Nachsicht gegen den Lieferanten führt in em Falle gewöhnlich zu sehr bedeutenden Mehrkosten, und ritt die Verzögerung im Beischaffen des Mateials nur des-ein, weil die Frachten bei hohem Wasser etwas wohlfeiler , als während des für die Ausführung des Baues günstigen sserstandes. Die Lieferung pflegt aber immer sogleich und r mit Aufbietung aller Kräfte fortgesetzt zu werden, sobald Baumeister den Ankauf aus freier Hand auf Kosten des Unter-mers ankündigt.

Der Bau einer Buhne erfolgt gemeinhin in so kurzer Zeit, s während derselben auf Anlieferung grosser Quantitäten von terial nicht gerechnet werden kann. Es sollte daher in den

meisten Fällen Regel sein, den einzelnen Bau nicht früher an-
zufangen, als bis die Faschinen, welche man dazu braucht, so wie
auch die Pfähle, Bindeweiden und dergleichen schon auf der Bau-
stelle vorhanden sind. Dabei muss man aber auch darauf Rück-
sicht nehmen, dass bei etwanigem Mehrbedarf an Material in Folge
einer eintretenden Vertiefung, dieser gleichfalls durch den vor-
handenen Vorrath gedeckt sein muss. Es kann sich dabei freilich
ereignen, dass man Faschinen, die zu einem andern Bau bestimmt
waren, unnöthiger Weise hierher bringen lässt; der Transport und
das Umsetzen derselben vermehrt zwar die Kosten, doch ist dieser
Nachtheil im Vergleiche zu den Uebelständen, die man vermeiden
will, so unbedeutend, dass er nicht in Betracht kommt. Gewöhn-
lich baut man auch ganze Systeme von Buhnen, und alsdann ist
es besonders leicht, in einzelnen unvorhergesehenen Fällen jede
Verlegenheit zu vermeiden.

Die Zunahme der Tiefe vor dem Kopfe der fertigen Buhne,
wodurch der spätere Angriff des Stromes auf dieselben verstärkt
wird, so wie auch die Vertiefung während des Baues vor den
bereits dargestellten Theile desselben, welche die Ausführung des
folgenden Theiles vertheuert und erschwert, lässt sich durch An-
bringung von **Senklagen** vermeiden. Dieselben sind auch bei
Uferdeckwerken, wo sie sich besonders leicht darstellen lassen,
von grossem Nutzen, und oft vertreten sie sogar allein die Stelle
der letzten. Sie bestehen aus möglichst flachen Strauchlagen,
welche nicht nur unter dem ganzen Werke sich hinziehen, sondern
auch vor dem Kopfe und zur Seite soweit vortreten, dass die
Vertiefung des Grundes sich nicht unmittelbar bis zum Werke hin-
ziehn kann. Fig. 134 zeigt eine solche unter einem Uferdeckwerk.
Die Senklagen gehören eigentlich zu den Vorkehrungen, welche
die Sicherstellung der Packwerke bezwecken, da sie aber zunächst
auch behufs einer leichteren Ausführung der letzten dienen, so
durften sie hierbei nicht übergangen werden.

Bei Veranschlagung der Packwerke kommt es zunächst dar-
auf an, den **cubischen Inhalt** derselben zu finden. Man kann
diesen, wenn die Tiefenmessungen vollständig sind, in jeder be-
liebigen Schärfe berechnen, aber es ist gewiss überflüssig
Rechnung, wo die zum Grunde gelegten Data sehr unsich
(da die Tiefen während der Ausführung des Baues sich

ern), das Resultat in grosser Schärfe darstellen zu wollen. rer Seits muss man sich aber auch vor groben Fehlern hüten, dieses etwa geschieht, wenn man nur die mittlere Tiefe und Länge des Werkes der Rechnung zum Grunde legt. Wenn Bau mehrere Hundert, oder, wie bei grossen Strömen nicht en, mehrere Tausend Thaler kostet, so darf man den geringen aufwand von etwa einer Viertelstunde nicht scheuen, um den terial-Bedarf und Kostenbetrag ungefähr richtig zu finden. e Methode, wobei die mittlere Tiefe eingeführt wird, ergiebt esmal den cubischen Inhalt zu klein und in manchen Fällen, onders wenn die Tiefen sehr verschieden sind, beträgt der ler sogar den vierten oder dritten Theil des ganzen Werthes. n meint alsdann, dass eine grosse Vertiefung während des Baues getreten sei, während die Unzulänglichkeit des veranschlagten ntums allein in der unrichtigen Rechnung ihren Grund hatte. Berechnung, die ich hier mittheile, stimmt mit der am Preussi- n Unterrhein üblichen ziemlich nahe überein; es werden darin e Fehler vermieden, während sie anderer Seits sehr einfach t und wenig Mühe macht.

Man setzt voraus, dass die Tiefe sich nur in der Längen- ung des Werkes ändert, und für jeden Querschnitt constant ist. misst in gewissen gleich grossen Abständen in der Mittel- des Werkes die Tiefen, zeichnet hiernach das Profil und trägt Krone und die Kopfböschung ein, wie Fig. 136 *a* auf Taf. LXI . Die Berechnung erfolgt in der Art, dass man das Werk chst so weit ergänzt denkt, dass es durch die Vertikal-Ebene enzt wird, welche den Fuss der Kopfdossirung schneidet . 137). Der cubische Inhalt des ganzen Körpers wird eben so ttelt, wie man Dammschüttungen, Grabenarbeiten und dergl. chnet: man sucht nämlich für diejenigen Stellen, in welchen Tiefen gemessen sind, die Flächeninhalte der Querprofile, wie . *M* und *N* Fig. 137; die halbe Summe derselben mit ihrem zontalen Abstande multiplicirt ergiebt das Volumen des zwischen- enden Körpers. Bei dieser Berechnung wird die Neigung der ne sogleich mit berücksichtigt, man muss aber den Abstand Profile nicht in der Ebene der Krone, sondern horizontal ssen, und den Abstand der beiden letzten Profile in seiner ren Grösse in Rechnung stellen. Wenn auf diese Weise der

cubische Inhalt des ganzen Körpers gefunden ist, so wird keilförmige Stück, welches wirklich nicht zur Ausführung k in Abzug gebracht. Dasselbe ist ein dreiseitiges, an beiden schräge abgeschnittenes Prisma, dessen Basis die Fläche *BC* welche in der Ebene des Längenprofils liegt (Fig. 136 *a*).

Von dem Punkte *A* an, wo die Krone das Ufer trifft, man in der Mittellinie des Werkes in gleichen horizontale ständen ($=a$) die Höhe der Krone über dem Flussbette h, h', h bis $h^{(n)}$ und H, wobei die Krone soweit verlängert gedacht als die Kopfböschung sich erstreckt. Es ist nicht anzune dass die durch den Fuss der Kopfböschung gelegte Senk $EC = H$ von der nächst vorhergehenden Höhenlinie $h^{(n)}$ g falls um die Grösse a entfernt sei. Ich bezeichne dahe Abstand der beiden letzten Querprofile mit

$$k = r\,a$$

wo r immer ein ächter Bruch ist. Man könnte auch die Länge *AC* in eine gewisse Anzahl gleicher Theile zerlegen durch $k = a$ oder $r = 1$ würde; gemeinhin zieht man es abe die Höhenlinien an denselben Punkten anzunehmen, wo ma Tiefen wirklich gemessen hat. Es kann sich hierbei leicht t dass man in der Wahl des Anfangspunktes *A* bei Anstellun Tiefenmessungen geirrt hat: in diesem Falle bleibt der hin kleine Theil der Buhne unberücksichtigt, den man entweder seines geringen Werthes vernachlässigen oder leicht besti und dem ganzen Volumen zusetzen oder davon abziehen Die Seitenböschung der Buhne nehme ich, wie dieses zu vorkommt, verschieden an und setze deren Anlage an der Seite gleich m und an der andern gleich n, wie das Que Fig. 136 *b* zeigt. Die Kronenbreite sei b.

Hiernach ergiebt sich der Flächeninhalt des Querprof die Höhe h

$$P = b\,h + \tfrac{1}{2}\,(m+n)\,h\,h$$

und eben so $P' = b\,h' + \tfrac{1}{2}\,(m+n)\,h'\,h'$

daher der cubische Inhalt des zwischen h und h' liegenden les des Werkes

$$q = \tfrac{1}{2}\,a\,b\,(h+h') + \tfrac{1}{4}\,a\,(m+n)\,(h\,h + h'\,h')$$

Der ganze Inhalt des bis C verlängerten Werkes ist sonac der erste Werth von $h = 0$ ist,

$$Q = ab\left[h + h' + h'' + \ldots\ldots\, h^{(n-1)} + \frac{(1+r)\,h^{(n)} + r\,H}{2}\right]$$

$$\tfrac{1}{2}\,a\,(m+n)\left[hh + h'h' + \ldots\ldots\, h^{(n-1)} + \frac{(1+r)\,h^{(n)}\,h^{(n)} + r\,H\,H}{2}\right]$$

ür den Fall, dass der Punkt, in welchem die Tiefe $h^{(n)}$ gemessen , in den äussern Rand der Kopfböschung fällt oder demselben hr nahe liegt, verschwindet k, oder r ist $= 0$. Der vorstehende sdruck wird alsdann

$$Q = a\,b\,(h + h' + h'' + \ldots\ldots + \tfrac{1}{2}\,h^{(n)})$$
$$+ \tfrac{1}{2}\,a\,(m+n)\,(hh + h'\,h' + \tfrac{1}{2}\,h^{(n)}\,h^{(n)})$$

ür das keilförmige Stück ist der Querschnitt, in der Ebene des ngenprofils gemessen, wenn man

$$B\,D = l$$

tzt, gleich $\frac{1}{2}\,l\,H$. Die Längen der drei parallelen Kanten des beiden Enden schräge abgeschnittenen Prismas sind

in B gleich b
in C gleich b
in E gleich $b + (m+n)\,H$

er der cubische Inhalt dieses Stückes

$$q = \tfrac{1}{2}\,l\,H\,[b + \tfrac{1}{3}\,(m+n)\,H]$$

das gesuchte Volumen der ganzen Buhne ist

$$Q - q.$$

viel man dem so gefundenen cubischen Inhalte wegen der erwartenden Vertiefung zusetzen muss, hängt von den besonen Lokal-Verhältnissen ab, es lässt sich also im Allgemeinen ne Regel dafür angeben. Jedenfalls ist der erforderliche Zuz um so geringer, je schneller man den Bau zur Ausführung ngt, und bei schneller Arbeit pflegt er sich oft unmerklich in herauszustellen, doch thut man, wie bereits erwähnt, imr wohl daran, wenn man die nöthigen Vorkehrungen trifft, bei eintretender starker Vertiefung den erforderlichen Mehrdarf an Material schnell beischaffen zu können.

Die Rechnung ist nach diesen Formeln sehr leicht. Die efen werden gewöhnlich bis auf einzelne Zolle ermittelt, und genügt vollkommen, die Werthe von h bis auf Zehntheile des sses zu kennen. Eben so darf man bei Berechnung der Quaate von h die zweiten Decimal-Stellen, so wie alle folgenden rnachlässigen. Der Werth von a pflegt bei kleineren Buhnen

zu 5 oder 6 Fuss, und bei grösseren zu 10 oder 12 Fus
genommen zu werden.

Der vorstehenden Berechnung wird gewöhnlich das
Profil mit Einschluss der Krone zum Grunde gelegt. Wen
aber die Krone und vielleicht auch die Böschungen mit einer
decke versehen will, so muss man zwar den Rauminhalt der
besonders ermitteln, um das erforderliche Steinquantum zu
man darf aber nicht übersehen, dass eben diese stärkere Be
auch eine grössere Compression zur Folge hat, woher der c
Inhalt des darunter befindlichen Packwerkes eine grössere
tität Material erfordert, als wenn er diese Belastung nicht
ten sollte. Bei Ausführung des Baues nach der beschr
Methode, wonach grosse Sand- oder Kiesmassen auf dem
Theile des Werkes abgelagert werden, ist zwar unter der
ein starkes Zusammensinken nicht mehr zu besorgen, wo
pflegt dieses, sobald Steine aufgebracht werden, noch in d
schungen einzutreten und diese stellen sich steiler oder
vielmehr im Querprofile stärker einwärts gebogene Linie
wenn sie keine weitere Belastung erhalten hätten. Diese Um
müssen bei Bestimmung des Inhaltes vom Packwerke b
sichtigt werden.

Man pflegt bei Veranschlagung der Packwerke
cubischen Inhalt in Cubikruthen auszudrücken, und für jede
ruthe 8 bis 10 Schock Faschinen von den oben angeg
Dimensionen anzunehmen. Wenn jede Faschine 3 Cubikfuss
so würden etwa $9\frac{1}{2}$ Schock für eine Cubikruthe erforderlich
dieses ist jedoch nicht der Fall, indem selbst zwischen den
lichst dicht gepackten Faschinen noch bedeutende Zwischen
bleiben, und ausserdem die einzelnen Lagen durch die qu
gelegten Würste und das Beschwerungs-Material von ei
getrennt werden. Andrerseits vermindert sich aber bei s
Compression der cubische Inhalt der Faschinen sehr bed
und besonders geschieht dieses, wenn sie aus solchen Strauc
bestehen, deren Zweige von den Hauptästen stark dive
Auch vermindert sich die Masse der Faschinen beim Abfall
Laubes. Der wirkliche Bedarf ist von allen diesen Ums
abhängig, und sonach sind auch die Veranschlagungssätze
an allen Strömen dieselben. Wo keine starke Compression

pflegt man 8 Schock, dagegen bei starker Compression, mentlich wenn der fertige Theil des Werkes sogleich mit Kiesmassen beschüttet wird, 10 Schock zu rechnen. dieser Strauchmasse ist zugleich das zum Anfertigen der e erforderliche Holz mit inbegriffen, dagegen müssen die eiden besonders angekauft werden. Die Anzahl dersel- st sich leicht bestimmen, wenn man die Länge der nöthigen kennt, jedoch muss man bei den Bindweiden auf einen Ausfall rechnen, da viele Ruthen während der Zurichtung oder aus anderm Grunde unbrauchbar werden. Man aher anzunehmen, dass die angelieferte Anzahl derselben rklichen Bedarf um die Hälfte übersteigen muss: oder an 2 Schock gebraucht, so bestellt man, um den unver- en Ausfall zu decken, deren drei.

Gesammtlänge aller Würste für einen bestimmten Bau ich zwar genau finden, wenn man die Oberfläche aller ein- Lagen ermitteln und zugleich auf die Darstellung der Krone ht nehmen wollte, wovon im Folgenden die Rede sein wird. lche Berechnung würde indessen wegen der vielen Zufällig- bei der Ausführung doch immer nicht sicher sein; man daher vor, den Bedarf an Würsten nach dem Cubikinhalte zen Packwerksmasse anzunehmen. Wenn die Lagen 3 Fuss nd, so giebt die Cubikruthe Packwerk eine Oberfläche von adratfuss, und man kann nach dem, was oben über die ung der Würste von einander mitgetheilt ist, dafür 350 e Fuss Würste rechnen. Dieses pflegt man gewöhnlich hmen; wenn man aber gezwungen ist, häufig Pülv-Lagen ngen, und sonach der grösste Theil der Lage eine ge- Dicke erhält, so genügt dieser Satz nicht und man pflegt hnittlich 500 Fuss zu rechnen. Es kommt dabei auch er Umstand in Betracht, dass in starker Strömung die viel fester verbunden und sonach die Würste einander genähert werden müssen, als sonst erforderlich wäre.

e Anzahl der nöthigen Pfähle ergiebt sich leicht aus der der Würste: schlägt man sie in Abständen von einem Fusse braucht man bei dem bezeichneten Bedarf an Würsten für ubikruthe Packwerk 6 Schock Pfähle, und dieses ist als tz bei der Veranschlagung zu betrachten. Wird der Bau

in geringer Strömung ausgeführt, so genügen auch 4 Sc
oder halb soviel Pfähle als Faschinen. Bei dünnen Lagen da
und wo es darauf ankommt, durch diese Pfähle die Lagen,
rend sie noch schwimmen, recht fest mit einander zu verb
kommt die Anzahl der erforderlichen Pfähle derjenigen de
schinen gleich und man rechnet auf die Cubikruthe bis 10 S

Noch verschiedener stellt sich der Bedarf an Beschwer
Material heraus. Dieser ist einestheils von der Beschaf
desselben abhängig: besteht es nämlich aus feinem Sande, so
grosse Massen durch die noch schwimmenden Lagen hindur
werden vom Strome fortgetrieben. Sodann ist das specifisc
wicht hierbei gleichfalls von Einfluss: man braucht um so
je geringer dieses ist. Ferner muss man dabei auch die
der Strömung berücksichtigen, weil bei starkem Strome
ausgewaschen wird, und endlich werden, wie schon erwäh
Packwerke sehr verschiedenartig comprimirt, so dass eine gr
Faschinen-Anzahl bei Darstellung eines gleichen Volumens
eine grössere Masse Beschwerungs-Material bedingt. Hi
rechnet man auf die Cubikruthe 5, bisweilen auch nur 4 Sc
ruthen, unter ungünstigen Umständen aber und bei ausgetrock
Faschinen, namentlich wenn sie aus hartem Holze bestehen,
8 und selbst 9 Schachtruthen.

Nachdem ich vorstehend die bei uns und im nörd
Deutschlande übliche Constructionsart der Packwerke ausfü
beschrieben habe, welche meines Erachtens auch die zweckmäs
ist, will ich noch kurz das Verfahren andeuten, welches bei
lichen Anlagen in Holland beobachtet wird. In der Anor
der dortigen Werke findet die wesentliche Abweichung vo
hier vorgetragenen Regeln statt, dass sie, wie bereits § 7
wähnt worden, beinahe nie gegen den Strom gekehrt werden,
mehr liegt die obere und längste Buhne jedesmal stark ab
oder declinant und die folgenden kürzeren sind senkrecht a
Ufer gerichtet. Schon diese Anordnung, wie wenig sie auc
Zwecke der Stromregulirung entspricht, beseitigt manche Sc
rigkeiten in der Ausführung. Dazu kommt noch, dass eine
andere Verwendungsart des Materials stattfindet, als bei uns.
Kostbarkeit grösserer Steine verhindert die Benutzung ders
bei allen Strombauten, nur in der Nähe der Preussischen G

die Holländischen Baumeister in neuerer Zeit davon Ge- gemacht. Im Allgemeinen werden die Kronen der Buhnen zt und es scheint, dass der dort üblichen Constructionsart Absicht zum Grunde liegt, mit der möglichst geringsten Material Werke darzustellen, welche nur durch unaufhör- ostbare Reparaturen nothdürftig gehalten werden können. ackt die Faschinen kreuzweiss übereinander und hütet sich, Massen Beschwerungs-Material aufzubringen, wodurch die ge Compression befördert und der Bedarf an Strauch ver- werden würde. Die Seiten-Dossirungen bleiben sehr steil, en die Krone etwas breiter gemacht wird, als sonst üblich n dem Werke einige Stabilität zu geben. Die Faschinen mit grosser Vorsicht ausgesucht: sie dürfen nur junge cht lange Reiser enthalten und müssen sogar 44 Palm oder s lang sein, woher ihr Preis sich unverhältnissmässig hoch Dabei wird aber andrerseits auch sehr schlechtes Material, Abfälle des Strauches, Stroh und selbst Heidekraut mit ckt.

e Packwerksbauten werden in Holland nur von den Com- ausgeführt; sie zeigen daher grosse Unterschiede in der t der Arbeit, in der Wahl des Materials, wie auch in der breite und den Seitenböschungen. Im Allgemeinen sind sie sehr unhaltbar, denn schon ein mässiges Hochwasser ver- ausserordentliche Beschädigungen daran. Da sie jedoch rgfalt immer wiederhergestellt, und so oft sie ganz zerstört wieder erneut werden, so erfüllen sie dennoch ihren Zweck, rz vor dem Winter bemerkt man dabei sogar eine solche ässigkeit und Sauberkeit in der Darstellung der Krone, n nicht leicht bei andern Packwerksbauten findet.

e Beschreibung, die ich hier folgen lasse, bezieht sich auf rbesserte Constructionsart, wie solche von Baud *) em- wird; die Faschinen in der Rücklage sind dabei nicht kreuzweise übereinander gepackt, auch findet schon eine Beschwerung des ganzen Werkes statt. Nichts desto weniger die Eigenthümlichkeiten der Holländischen Bauart dabei

Proeve van eenen Cursus over de Waterbouwkunde door *ud. II Deel*, 1838.

dennoch sehr deutlich hervor. Fig. 138 stellt eine schwimmen Faschinenlage dar, welche mit Ausnahme des mittleren Th mit Beschwerungs-Material bedeckt und worauf ein Theil Ausschusses zur Darstellung einer neuen Lage bereits sich ist. Beim Beginne dieser neuen Lage werden parallel zur Axe Werkes Faschinen ausgeworfen, deren Wipfelenden auswärts kehrt sind. Diese Faschinen sind gemeinhin keinem starken St des Wassers ausgesetzt, sollten sie aber die angegebene Rich nicht genau innehalten und sich etwas verschieben, so schadet ses nichts, da sie doch von der folgenden Lage gekreuzt wer Uebrigens werden sie noch von den aus der vorhergehenden L vortretenden Enden der Würste gehalten, welche zu diesem Zw mit mehreren durchgesteckten Pfählen versehen sind. Das werfen dieser ersten Faschinenreihe, so wie aller folgenden beg an der vom Ufer abgekehrten Ecke, die an der oberen Seite Figur liegt. Eben daselbst fängt man auch an, die Querfasc nen aufzupacken, welche den eigentlichen Körper des Ausschu bilden und sonach in mehreren Schichten übereinander lie Man legt dieselbe in der Art, dass ihre Stammenden auf Stromseite etwas vorstehen; sollte aber das Werk auch an andern Seite einen Angriff des Stromes besorgen lassen, so man die letzten von diesen Faschinen in der entgegengese Richtung aus, damit auch hier die Stammenden den Aussch begrenzen. Sobald die Lage an der stromwärts gekehrten S die volle Höhe hat, so wirft man Würste von etwa 30 Fuss Län darüber und zwar so, dass deren Enden theils auf die fertige L theils aber über den Ausschuss herausreichen. Sie werden Faschinenpfählen an jene, wie an die losen Faschinen gen und durch ihr äusseres Ende sind schon vorher kreuzweise mehr Pfähle hindurchgesteckt, damit die untere Faschinenreihe des genden Ausschusses davon gehalten werde. Ist in dieser W die Ausschusslage in ihrer ganzen Breite beendigt, so bildet die Decklage. Dieses geschieht, indem man, von beiden S des Ausschusses beginnend, Faschinen neben einander und einander legt, deren Stammenden immer nach aussen gekehrt und welche mit der Mittellinie des Werkes ungefähr halbe Winkel bilden. Indem die Faschinen sich hiernach unter rechten Winkel kreuzen, so muss ihr Zusammentreffen in der

Vorsicht geordnet werden, weil sie sonst den Raum nicht fül- oder stellenweise eine zu starke Anhäufung des Materials ver- assen würden. Man vermeidet dieses am einfachsten dadurch, man die Faschinen, und zwar nicht einzeln, sondern in sseren Massen bald von der einen und bald von der andern über die Mittellinie hinübertreten lässt, an welchen Stellen von der andern Seite anschiessenden zurückbleiben, wodurch Art von Verzahnung entsteht. Dieselbe ist zwar an sich weiteren Nutzen, sie gewährt aber den Vortheil, dass dieses ammentreffen, womit man natürlich immer wechseln muss, über eine grössere Fläche verbreitet und sonach jede Unregel- sigkeit weniger nachtheilig wird. In der Figur ist die Mitte Lage ohne Beschwerungs-Material gezeichnet, um dieses ammentreffen der Faschinen darzustellen. Es muss aber noch erkt werden, dass entweder sämmtliche Faschinen in der ganzen cklage oder wenigstens die in den oberen Schichten aufgehauen den, damit man das Strauch um so besser ausbreiten und ge- g vertheilen kann. Hier geschieht es nun auch vorzugsweise, man anderes und wohlfeileres Material mit einpackt.

Ist die Rücklage auf diese Art bis zum festliegenden Theile Werkes geführt, so wird sie wieder durch Würste und an den dern durch niedrige Flechtzäune verbunden. Man schlägt eine von Faschinenpfählen rings um die äusseren drei Seiten Lage, und zwar in einem Abstande von ungefähr 1 Fuss von der; um diese werden Faschinenreiser in der Höhe von etwa ll geflochten. Die nähere Beschreibung der Flechtzäune über- ich hier, da von denselben später (§. 80) ausführlicher die sein soll. An denjenigen Seiten der Lage, welche eine Strome ausgesetzte Dossirung des Werkes bilden, bringt man n zweiten Flechtzaun im Abstande von etwa 2 Fuss vom er- an, und der Zwischenraum zwischen beiden wird sorgfältig Ziegelstücken ausgepackt. In diesem Verfahren beruht der tz, den man der äusseren steilen Dossirung des Werkes gegen Angriff des Stromes giebt. Hierdurch rechtfertigt sich aber die Methode, die Stammenden der Faschinen nach aussen kehren, denn nur dadurch wird es möglich, die Zäune und Steinpackung recht nahe an die äussere Fläche des Werkes bringen. Bei manchen Werken, und namentlich bei Ufer-

deckungen, welche zugleich als Landeplätze für die Schiffe dienen, gewährt diese Anordnung sogar den Vortheil, dass man die Dossirung fast ganz umgehen und die Faschinenwand nahe senkrecht aufführen kann. Man darf indessen von dieser Construction keine grosse Dauer erwarten, besonders wenn die Werke bis zur gewöhnlichen Uferhöhe heraufgeführt sind. Die Stammenden der Faschinen fangen bald an zu faulen, die Zäune verlieren ihre Haltung und die Steine stürzen herab. Eine fortdauernde und schwierige Reparatur ist daher hierbei unvermeidlich und dazu kommt noch ein anderer Uebelstand, dass nämlich zahllose Ratten in dem Strauche nisten und für die anlegenden Schiffe höchst lästig und selbst gefährlich werden; namentlich zeigt sich dieses, wenn Hafenwände auf diese Art dargestellt werden. Aber auch der unter Wasser befindliche Theil einer solchen Dossirung, der dem freien Strome zugekehrt ist, wird durch das gegenstossende Eis sehr stark angegriffen, so dass die Steine auch in diesem Falle nicht sicher liegen.

Der mittlere Theil der Lage wird endlich mit Würsten übernagelt: dieselben sind, wie die Figur zeigt, ungefähr der Axe des Werkes parallel gerichtet und divergiren an den Seiten so, dass sie sich der Richtung der Zäune anschliessen. Die Ueberdeckung geschieht hier mit Sand oder Kleierde, doch wendet man die letztere nicht leicht allein an, überschüttet sie vielmehr wo möglich mit gröberem Kiese. Man beginnt die Beschwerung am hintern Theile der Lage oder am festen Theile des Werkes, und verwendet hierzu den daselbst aufgesetzten Kieshaufen, indem man später das Material nach der vordern Seite der Lage karrt.

§. 79.

Sicherung der Packwerke.

Die Packwerksbauten sind vielfachen Beschädigungen ausgesetzt und ihre Dauer pflegt sich auf einen sehr kurzen Zeitraum zu beschränken, wenn man nicht Sicherungsmittel anwendet, wodurch sie dem Angriffe des Stromes entzogen werden. Diese Sicherung besteht theils in einer äusseren Schutzdecke, theils auch in einer besonderen Verstärkung des Baues an

en, wo die Beschädigungen sich am häufigsten zu wiederholen
en oder am nachtheiligsten sind.

Unter allen Beschädigungen, welche eintreten können, ist keine
efährlich, als der Durchbruch der Buhne oder des Parallel-
es in der Wurzel oder im Anschlusse an das Ufer. Von dem
bleibenden, vom Ufer getrennten Bau ist alsdann eine vor-
hafte Wirkung nicht mehr zu erwarten; derselbe wirkt vielmehr
chtheilig, dass man sich beeilen muss, ihn ganz zu beseitigen,
er sich nicht wieder an das Ufer anschliessen lässt. Es ist
die Rede davon gewesen, dass diese Gefahr bei Parallel-
en und bei declinanten Buhnen, die sich weit herabziehen,
ders gross ist, auch dass man ihr bei Buhnen dadurch vor-
gen pflegt, dass man die Krone niedriger als das Ufer hält,
dieselbe nach dem Kopfe hin oder nach dem äussern Theile
Werkes abfallen lässt. Nichts desto weniger sind diese Vor-
smaassregeln allein nicht genügend, und man muss vielmehr
rdem noch für einen soliden **Anschluss** des Werkes an
Ufer sorgen.

Wo der Faschinenkörper das Ufer berührt, ist eine vollstän-
Verbindung beider nicht darzustellen. Das Wasser wird daher
ieser Stelle, wenn es nicht auf andre Weise daran verhindert
durchdringen, und wenn das Ufer wie gewöhnlich aus einem
ten, aufgeschwemmten Boden besteht, werden die feineren
- und Sandtheilchen schnell herausgespült. Indem die Strö-
hierdurch aber an Stärke gewinnt, so nimmt auch die Zer-
ng in gleichem Maasse zu. Am grössten ist diese Gefahr
olchen Werken, welche eine starke Anspannung des Wassers
rsachen, oder wo die Niveau-Differenz zwischen dem Ober-
Unterwasser besonders gross ist.

Das Mittel, wodurch man diesem Uebelstande begegnet, be-
darin, dass man die Wurzel weit in das Ufer hineingreifen
. Für jede einzelne Stelle am Umfange der Wurzel wird
rch zwar die Möglichkeit eines Durchbruches um nichts ver-
ert, da aber dieser Umfang selbst eine grössere Länge erhält
sonach der Weg, den das Wasser verfolgen muss, um das
zu umgehen, sich weiter ausdehnt, so vereinigen sich die ge-
n Widerstände, die es überall vorfindet, zu einem so kräftigen
ernisse, dass die Gefahr endlich ganz verschwindet. Man darf

aber nicht besorgen, dass unter dem Faschinenkörper ein bedeutender Durchfluss eintreten wird, weil die Höhlungen, die sich hier bilden, bei der Biegsamkeit und starken Belastung des Werkes sogleich wieder gesperrt werden. Hiernach ist es nicht nöthig, der Wurzel, welche in das Ufer eingreift, eine grosse Höhe oder Stärke zu geben, sie muss aber vollständig belastet und durch gehörig angestampfte Erdschüttungen zu beiden Seiten möglichst fest an das Ufer angeschlossen sein. Die Gefahr eines Durchbruches ist, wie bereits erwähnt, am grössten, wenn das Gefälle an der Buhne am stärksten ist, also bei demjenigen Wasserstande, wo die Krone so eben überströmt wird. Wenn die Krone und deren Fortsetzung oder die Wurzel höher, als das Ufer gehalten wird, so zieht sich bei einem solchen Wasserstande schon ein starker Strom über das niedrige Ufer fort, und indem derselbe den kürzesten Weg verfolgt, so ist er gerade am hintern Ende der Wurzel am stärksten und führt augenscheinlich die bezeichnete Gefahr herbei. Andererseits darf man aber zuweilen die Wurzel auch nicht zu tief unter der Höhe des Ufers halten. Dieses ist namentlich der Fall, wenn eine starke Beschränkung des Stromprofiles bei höheren Wasserständen entweder zur Vermehrung der Strömung oder zur Regulirung des höheren Ufers nothwendig ist. Gemeinhin werden die Ufer der zu regulirenden Stromstrecken bepflanzt, wodurch die aufgelockerte Erde neben der Wurzel des Werke einen sehr kräftigen Schutz erhält und sogar eine Art von Verbindung mit dem Faschinenkörper erfolgt.

Da man den Bau der Buhnen, wie den der Parallelwerke immer am Ufer beginnt, so muss mit dem in Rede stehenden Anschlusse oder mit der Wurzel der Anfang gemacht werden. Man gräbt in der Richtung der Buhne einen **Einschnitt** in das Ufer so tief wie dieses bei dem grade stattfindenden Wasserstande geschehen kann, man geht also gewöhnlich bis zu einem niedrigen Sommer-Wasserstande herab. Die Breite des Einschnittes muss so gross gewählt sein, dass die Kronenbreite und die Seitenböschungen sich in der Wurzel noch übereinstimmend mit den freiliegenden Theile des Werkes darstellen lassen. Die Länge des Einschnittes ist nach dem Obigen von der Länge der Buhne abhängig, und jedenfalls muss sie sich soweit erstrecken, da eine Uferstelle erreicht, die höher als die Krone der Buhn

keine vertiefte Rinne zwischen dem Ufer und der Wurzel bleibt. Der Einschnitt pflegt hiernach wenigstens 1½ oder then lang zu werden, er erhält aber bei grösseren Strömen lachen Ufern die Länge von 5 bis 10 Ruthen.

Man beginnt das Auswerfen der Faschinen, nachdem inschnitt ausgehoben ist, am hintern Ende desselben in ähn- Weise, als wenn man eine Ausschusslage bilden wollte, iner geringen Breite des Einschnittes müssen jedoch alle inen, die in denselben treffen, parallel zur Längenaxe des es gelegt werden. Die Stammenden sind dabei immer nach höheren Ufer gekehrt und man lässt die einzelnen Reihen über einander greifen, um bei der geringen Anzahl dieser n eine möglichst gute Verbindung und Abwechselung der e hervorzubringen. Hat man auf solche Art das äussere des Einschnittes erreicht, so muss nach Maassgabe der eren Tiefe sogleich eine Verbreitung der Ausschusslage er- n, und der hier beginnende Theil des Baues ist überhaupt den bereits entwickelten Regeln auszuführen. Senkt sich Bette sehr steil, so muss man sogleich den freien Theil des chusses als Pülv-Lage zusammensetzen, um schon der ersten immenden Schicht die beabsichtigte Neigung zu geben. Ge- hin ist die Strömung neben dem Ufer am schwächsten; es ist viel leichter, den Bau hier ganz regelmässig einzuleiten, als man sich anfangs noch Abweichungen erlauben wollte, die r unter viel schwierigeren Umständen wieder ausgeglichen en müssten. Ist der Ausschuss fertig, so wird die Rück- e wieder eben so, wie früher beschrieben, gemacht. Sobald aber in den Ufer-Einschnitt zurückgekommen ist, werden Faschinen wieder parallel gelegt. Die Rücklage wird noch ns Ende des Einschnittes fortgesetzt und man giebt ihr eine e Höhe, die dem Längengefälle der Krone entspricht, sorgt dafür, dass die folgende Lage wenigstens noch zum Theil n Einschnitt hineinreicht, um auch diese fest an das Ufer liessen zu können. Die Würste werden auf den schwim- en Theil der ersten Lage ganz in derselben Art, wie bei den nden aufgenagelt und reichen sämmtlich in den Einschnitt n. Wollte man sie hier aber in der gewöhnlichen Art ver- , so würden sie mit den Faschinen parallel gerichtet sein

und zur Verbindung derselben nichts beitragen. Man mu also wenigstens etwas schräge halten. Eine Ueberkreuzu Würste darf nicht füglich stattfinden, weil dadurch freie gebildet würden; es scheint daher am passendsten, die Wü zu verlegen, wie Fig. 139 zeigt. Ueber das Annageln der und die Aufbringung des Beschwerungs-Materials ist ni erinnern, da dieses in gleicher Weise wie bei den fol schwimmenden Lagen geschieht.

Wenn die Krone der Wurzel nur niedrig liegt, so schwierig, noch eine zweite Lage in den Einschnitt hinein doch jedenfalls muss dieselbe wenigstens in den vordern des Einschnittes eingreifen, um eine gehörige Verbindung Ufer darzustellen. Dieses ist um so nothwendiger, als ni die Faschinen, die im Einschnitte selbst liegen, sondern a daraus hervortretenden sich über dem kleinen Wasser befin daher leicht verrotten. Die Ersteren sind sogar noch meh Fäulniss geschützt, da sie bei sehr niedrigem Wasserstand die umgebende Erdschüttung, welche das Ufer ergänzt, am len Austrocknen verhindert werden.

Sollte, wie dieses zuweilen der Fall ist, die Wasserti mittelbar vor dem Ufer sehr gross sein, so ist es allerdings sc die ersten Lagen so zu construiren, dass sie die beabs flache Neigung nach dem Versenken annehmen. Dieses läs aber mit Anwendung der Pülv-Lagen oder durch gehörige gerung der Ausschusslage, und namentlich wenn man v Schwimmbaume Gebrauch macht, immer erreichen. Man windet diese Schwierigkeit zuweilen auch dadurch, dass m dem Beginne des Packwerksbaues vor dem Ufer, und zwar zu demselben, Senkfaschinen herablässt (§. 74) und dadurch lich eine flachere Dossirung bildet.

Man wendet zuweilen auch ein andres Mittel an, ersten Lagen flach in das Wasser herabzubringen; man ve sie nämlich nur sehr schwach mit der Faschinen-Packung Einschnitte, und drückt sie nicht nur an ihrem vordern, s auch am hintern Ende so stark durch die Belastung der fol Lagen herab, dass sie beim Versinken sich nicht mehr sondern vielmehr längs der steilen Ufer-Dossirung herab indem sie die Würste zerreissen, die Pfähle umbiegen und

se Massen Erde mit sich herabziehen. Es gelingt dadurch ch, wie dieses auch Absicht ist, die ersten Lagen beinahe ontal zu versenken. Hierdurch wird aber kein wesentlicher heil erreicht, denn wenn man auf solche Weise künstlich in er Entfernung vom Ufer eine steile Stufe bildet, so tritt bei späteren Ueberdeckung derselben wieder die frühere Schwierig- ein, und sie ist hier um so grösser, in sofern der erste Theil Werkes schon das Profil des Stromes beschränkt und deshalb Strömung vor seinem Kopfe bereits verstärkt. Ein andrer lstand dieses Verfahrens besteht darin, dass die Regelmässig- des Baues unterbrochen wird. Man kann nicht mehr die e Zusammensetzung des Werkes bestimmt vorhersehen, und Anordnungen darnach sicher treffen, vielmehr muss man es Zufalle überlassen, wie sich Alles gestalten wird. Endlich kann man in diesem Falle auch durchaus nicht voraussetzen, der abgerissene Ausschuss der ersten Lage, wenn er flach Boden sinkt, sich ganz scharf an das Ufer anschliessen wird. nn hier aber, wie wahrscheinlich, ein schmaler Raum offen bt, durch welchen das Wasser sich hindurchzieht, so entsteht Frage, wie derselbe geschlossen werden kann? Die folgenden gen sind freilich biegsam und schliessen sich der Form der rfläche an, auf welcher sie ruhen, aber einzelne tiefe Spalten, daselbst vorkommen, können sie nicht ausfüllen. Es ist wohl unehmen, dass der Durchbruch mancher Buhne und ihre Tren- g vom Ufer allein durch dieses Verfahren beim Bau veranlasst de. Man kann freilich durch fortgesetztes Nachrammen, so e ein starkes Durchquellen sich zeigt, dasselbe gewöhnlich itigen; man hat also wirklich einzelne Faschinen oder vielmehr le derselben herabgetrieben, so dass die Spalte geschlossen aber eben dadurch wird die Verbindung des Werkes gelöst Beschädigungen sind alsdann viel eher daselbst zu erwarten, wenn die Lagen sorgsam und ohne Verletzung versenkt worden n. Gemeinhin darf man aber, wenn das Durchquellen auf- nicht einmal hoffen, dass die Spalte wirklich durch einge- enes Strauch gestopft sei, vielmehr geschieht dieses gewöhnlich nur durch das herabfallende Beschwerungs-Material. Dieses indessen nur da sicher, wo es vom Strauche umschlossen durch starken Druck festgehalten wird. Beides findet in einer

solchen Spalte nicht statt; es bleibt daher, wenn nicht schnelle Verlandung erfolgt, die Besorgniss, dass der Durchfluss sich wieder öffnet und stark erweitert, sobald bei höherem Wasserstande ein vermehrter Druck eintritt. Aus diesen Gründen erscheint das in Rede stehende Verfahren höchst bedenklich.

Demnächst ist der **Kopf der Buhne** einem besonders starken Angriffe durch den Strom ausgesetzt und die Gefahr seiner Zerstörung vermehrt sich noch ausserordentlich dadurch, dass dicht davor eine grosse Vertiefung sich zu bilden pflegt, in welche er nach und nach herabsinkt.

Es ist schon erwähnt, dass das Packwerk nur in dem Falle hinreichende Solidität und Festigkeit hat, wenn das Beschwerungs-Material zwischen dem Strauche fest eingeschlossen ist, und umgekehrt das Strauch wieder durch das Beschwerungs-Material gedeckt und dem Angriffe des Stromes entzogen wird. Eine solche gegenseitige Ueberdeckung kann nur im Innern des Werkes statt finden, an allen äussern Flächen muss dagegen Eines von beiden, entweder das Strauch oder das Beschwerungs-Material, dem Angriffe des Stromes blossgestellt bleiben. Wollte man hierzu das Strauch wählen, so würde dasselbe bei seinem geringen specifischen Gewichte entweder gar nicht herabsinken, oder doch wenigstens nicht den gehörigen Druck ausüben und leicht forttreiben. Davon abgesehen werden aber auch die einzelnen vortretenden Reiser bald abgestossen und nach und nach sogar durch das strömende Wasser vollständig verzehrt. Es muss also jedenfalls das Beschwerungs-Material die obere Decke bilden. Besteht dieses aber aus feinem Sande oder gar aus Thon, so wird es bald fortgespült und die Faschinenlage bleibt ohne Schutz.

Hierzu kommt noch, dass nicht nur der Angriff des Stromes und Eises die äussere Decke der Packwerke zerstört, sondern dieses oft in viel grösserem Maasse durch den **Wellenschlag** geschieht. Das Wasser wird durch denselben wiederholentlich in die freien Räume zwischen dem Strauche hineingetrieben, und indem es unmittelbar darauf wieder herausfliesst, so reisst es die feinen Erdtheilchen oder Sandkörnchen mit sich. Man bemerkt häufig sehr auffallend die starke Trübung des Wassers n[illegible] Buhnen und es ist erklärlich, dass dabei die Werke ausge[illegible] werden und alle Consistenz verlieren. Der durch Stürme

e Wollenschlag ist am stärksten, wenn eine ausgedehnte serfläche von grosser Tiefe davor steht. Beim gewöhnlichen serstande, der die Kronen der Buhnen nicht übersteigt, ist der nschlauch gemeinhin weder breit noch tief genug, um einen verderblichen Wellenschlag zu erzeugen. Ein solcher entsteht selbst bei kleinem Wasser noch aus einer andern Ursache und oft in der zerstörendsten Heftigkeit, nämlich durch Dampffe. Wenn der gewöhnliche Packwerksbau mit ausschliesslicher itzung eines feineren Senkmaterials bei vielfachen Reparaturen Ergänzungen der Werke in manchen Fällen noch zulässig erint, so ist dieses nicht mehr der Fall, sobald eine frequente pfschiffahrt ins Leben tritt. Alsdann bleibt zur Sicherung der nen und aller Packwerke nichts anders übrig, als sie enter in ihrer ganzen Oberfläche oder wenigstens in dem Theile, besonders von den Wellen getroffen wird, also vorzugsweise Kopfe, mit grösseren Steinen zu überdecken.

Ueber die Ausführung solcher Steinschüttungen ist bei egenheit der Stein-Constructionen (§. 74) bereits die Rede gemen; hier wäre nur zu erinnern, dass man bei deren Anwendung den Kopfdossirungen das Herabrollen der Steine beim Versender Lage möglichst verhindern muss. Zu diesem Zwecke ist nützlich, zwischen die Würste einige Flechtzäune zu stellen, mehr Festigkeit haben und haltbarer sind, als jene. Man n auch eine mässige Sanddecke zuerst auf die letze Lage gen; sie wird durch die darüber geworfenen Steine geschützt, sentheils aber versinkt sie in die Zwischenräume des Strauches. erlangt dadurch den Vortheil, dass man zu der erforderlichen chwerung nicht allein die viel kostbareren Steine zu verwenden tcht. Die Steindecke muss aber immer wenigstens 1 Fuss und heftiger Strömung und grosser Tiefe 1½ bis 2 Fuss stark . Diese Stärke wäre nicht erforderlich, wenn man die Steine elmässig verpacken könnte, was nicht möglich ist, weil ein kleiner Theil derselben schon die Lage zum Sinken bringt, der Rest nachgestürzt werden muss, woher die gleichmässige breitung derselben sehr zweifelhaft ist. Man wird dabei freilich der Peilstange fleissig die Böschung untersuchen und alle berkten Unregelmässigkeiten zu beseitigen bemüht sein, besonders r darauf achten, dass an keiner Stelle die Steindecke ganz fehlt.

Eine vollständige Ausgleichung ist dabei indessen nie zu err
und besonders ist zu besorgen, dass ein Theil der Stein
der Dossirung herabrollt und im sandigen Strombette ve
Um das Letzte zu vermeiden, dürfte es passend sein, die
mehr auf den obern als den untern Theil der Dossiru
werfen, weil sie alsdann bei eintretender Bewegung vielleich
auf diesem liegen bleiben. Aus demselben Grunde rechtfer
sich auch, wenn man die stromaufwärts gekehrte Seite der
Lage etwas stärker beschüttet, als die stromabwärts gekel

Das Beschweren der letzten Lage mit Steinen ist in
keineswegs überall üblich, vielmehr werden viele Buhn
ausschliesslicher Benutzung eines leichten Senkmateriales
Man sucht sich in diesem Falle dadurch zu helfen, dass di
Lage, welche mit ihrem Fusse am weitesten in das Str
hineintritt, nicht die letzte bleibt, sondern noch durch
kürzere Lagen in ihrem oberen Theile überdeckt wird
Fig. 140 im Profile zeigt. Man erreicht dabei indessen
wesentlichen Vortheil, vielmehr bleiben die angegebenen
stände für jeden einzelnen Theil der Dossirung dieselben u
Verhältnisse ändern sich nur in sofern, als der Angriff u
Zerstörung etwas ungleichmässiger und vielleicht etwas lang
stattfindet. In Holland ist ein ähnliches Verfahren glei
üblich, man beobachtet jedoch daselbst die Vorsicht, das
jeden Theil der Lage, der nicht überdeckt wird, mit me
Flechtzäunen überzieht und die Zwischenräume sorgfälti
Ziegelbrocken auspackt. Ein grosser Nachtheil dieser zurü
zogenen Lagen besteht darin, dass die Böschung vor dem
steiler, und dadurch die Strömung davor und deren nachth
Wirkung vergrössert wird. Die Tiefe daneben nimmt s
in grösserem Maasse zu, und indem der Fuss der Böschung
sinkt, so verschwindet diese oft ganz, so dass das Werk am
fast senkrecht aus dem Flussbette ansteigt. Sobald die Bösc
sehr steil geworden ist, kann das Beschwerungs-Material
nicht mehr darauf erhalten, es stürzt herab und wird fortge
oder versinkt, und das Strauch, jedes Schutzes beraubt, löst
gleichfalls und treibt namentlich beim Eisgange in grossen M
weg. Die Buhne wird alsdann von Jahr zu Jahr kürzer und
schwindet endlich vollständig. Während dieser Zeit wirkt sie

fern höchst nachtheilig, als sie in Folge der steileren Dos- am Kopfe den Strom nach und nach immer weiter an das heranzieht, welches man eben decken wollte. Alle Werke, e die v. Wiebekingsche Karte des Niederrheins oberhalb der ndischen Grenze zeigt, sind auf diese Weise spurlos ver- nden, und ähnliche Beispiele finden sich auch an andern en.

Für die Seitendossirungen der Buhnen gilt ungefähr lbe, was so eben von der Kopfdossirung gesagt ist. Die ltnisse sind indessen hier weniger ungünstig, indem der ff des Stromes schwächer ist, und überdies die eintretende ndung bald einen sehr sichern Schutz dem Werke gewährt. r Nähe des Kopfes verschwinden indessen auch an den Seiten Vortheile, man muss daher die Steinschüttung daselbst gleich- anbringen, wenn man Beschädigungen sicher vermeiden will.

Die Krone der Packwerke ist wieder sehr starken Beschädi- en ausgesetzt, und man pflegt daher jedenfalls, wenn man den Schutz der Dossirungen ganz verabsäumt, hier eine feste e aufzubringen. Der Angriff des überstürzenden Wassers Eises ist an sich schon sehr bedeutend, ausserdem aber tritt gsweise bei der Krone der Uebelstand ein, dass die abwech- le Nässe und Austrocknung bald das Verfaulen des Strauches Folge hat. Um dieses zu vermeiden, ist es gewiss am passend- eine starke abgepflasterte Steindecke aufzubringen, welche seits an sich weder durch Ueberfluthung noch durch Aus- nung leidet, ausserdem aber die Feuchtigkeit unter sich länger khält, so dass dadurch die Strauchlagen selbst bei anhaltend m Wasser nicht trocken werden; wenigstens wird die Feuch- t unter solcher Decke weit länger, als in dem lockern, nicht einen beschütteten Packwerke zurückgehalten. Man erreicht noch den sehr grossen Vortheil, dass man an keine bestimmte enhöhe gebunden ist, sondern man diese vielmehr so hoch so niedrig wählen kann, wie die besonderen Local-Verhält- es verlangen, und sonach der Zweck der Bauwerke viel ller und sicherer erreicht wird, als wenn in Folge der ge- en Construction die Höhe einem gewissen Wasserstande ent- hen muss. Ueber die Anfertigung solcher Steindecken ist ts oben (§. 74) die Rede gewesen. Bei Anbringung derselben

auf einem Packwerke tritt indessen der Uebelstand ein, dass der Fuss des Pflasters, der sich gegen die Dossirung lehnen soll, nicht gehörig gesichert werden kann, wenn nicht eine Steinschüttung von wenigstens 1½facher Anlage sich bis zum Strombette herabzieht. Da hierdurch die Kosten zu sehr vermehrt werden, die Steindossirung aber auch ganz überflüssig wird, sobald die Buhne verlandet ist, so wählt man lieber andere wohlfeilere Methoden, die freilich weniger dauerhaft sind. Häufig lässt man eine schwache Steindecke nur bis zum kleinsten Wasser herabreichen und lehnt dieselbe hier gegen einen niedrigen Flechtzaun; in vielen Fällen begnügt man sich auch, grosse flache Steine allein auf die Krone des Werkes zu packen und rings umher, so wie in einigen Querlinien Flechtzäune zu ziehn. Obgleich diese Anordnung vielfachen Beschädigungen ausgesetzt ist, so trägt sie doch schon wesentlich zur Erhaltung des Werkes bei, und bei vorkommenden Reparaturen darf man die Steindecke keineswegs jedesmal erneuen, sondern man hebt die einzelnen Steine ab, bringt die erforderliche Anhöhung an, und legt jene alsdann wieder auf. Wenn ausserdem noch der Kopf des Werkes gehörig flach gehalten und mit Steinen bedeckt ist, so darf man einen solchen Bau unter gewöhnlichen Umständen als gehörig gesichert ansehen, und es fehlt nicht an Beispielen, dass selbst starke Eisgänge darauf keinen nachtheiligen Einfluss ausüben und Anlagen dieser Art sich ohne Beschädigung eine lange Reihe von Jahren hindurch erhalten.

Die Beschüttung der Krone mit kleinen Steinen und namentlich mit Ziegelstücken leistet weniger Widerstand, wenn sie auch zwischen Flechtzäunen aufgebracht ist. Unter vielen Umständen ist dieselbe jedoch als ausreichend anzusehen, und namentlich wenn die Local-Verhältnisse keine bedeutende Höhe der Werke bedingen, so dass die Krone vom Hochwasser weit überfluthet und vom Eisgange nicht berührt wird.

Häufig giebt man der Steinpackung auf der Krone dadurch eine grössere Haltbarkeit, dass man Weidenstrauch dazwischen pflanzt. Dieses geschieht auf verschiedene Arten: entweder man pflanzt zuerst das Strauch und bringt alsdann die Steine auf, in welchem Falle die letzteren keine grossen [illegible] sionen haben dürfen; oder man stösst in der fertigen Steinpackung und selbst in dem vollständigen Pflaster an einzelnen Stellen

ugen angemessen weit sind, mit dem Pflanzeisen oder einer pitzten eisernen Stange Löcher ein, und pflanzt in dieselben ecklinge. Für die Sicherstellung des Werkes ist diese Maass- ohne Zweifel vortheilhaft, denn eines Theils erhält das Pack- einen innigeren Zusammenhang, wenn es von den Wurzeln trauches durchzogen wird, andern Theils aber lehnen sich die Steine gegen die lebendigen Stämme in ähnlicher Weise, egen Flechtzäune, und zwar ist dieser Schutz weit nach- er, indem kein Verrotten eintritt, vielmehr die neuen Triebe er Wurzel mit der Zeit immer eine um so grössere Anzahl Stützpunkten bieten. Dazu kommt noch, dass das Gebüsch trömung über dem Werke mässigt und das unmittelbare nstossen des Eises verhindert, woher selbst kleine Steine n ganz sicher zu liegen pflegen.

Wie gross indessen diese Vortheile auch sind, so giebt es andere wichtige Gründe, welche gegen eine solche Maass- sprechen. Für's Erste kann man die Bepflanzung nur in bestimmten Höhe anbringen, die gemeinhin zwischen sehr n Grenzen liegt, indem die bepflanzte Fläche weder lange Zeit rch überfluthet werden, noch auch so hoch liegen darf, dass ei kleinem Wasserstande zu stark austrocknet. Man muss wenn man die Krone mit einer Pflanzung bedecken will, dingt diese Höhe wählen. Dadurch kommt häufig der Kopf, die Wurzel der Buhne in eine, dem Zwecke der Regulirung sprechende Höhe. Nichts desto weniger bleiben diese Pflan- en, mehr als die am Ufer befindlichen, der Zerstörung aus- tzt, und namentlich geschieht es bei anhaltendem kleinen Was- nicht selten, dass sie verdorren und absterben, weil der Körper Buhne bei seiner geringen Breite und seiner lockeren Zu- mensetzung mehr, als das eben so hohe Ufer austrocknet. grösste Uebelstand besteht aber in den Unregelmässigkeiten, in solches Bepflanzen der Buhnen veranlasst. Die Höhe und ung der Krone hängt nämlich von lokalen Verhältnissen ab es ist durchaus unstatthaft, diese Höhe noch durch die Pflan- zu vergrössern und dadurch eine widernatürliche Beschränkung rofiles darstellen zu wollen. In der Wirklichkeit gelingt dieses nicht, denn das Hochwasser stellt die erforderliche Profil- wieder her, und zerstört die Pflanzung oder greift die Buhne

selbst an, wodurch die Sicherheit und Regelmässigkeit der
verschwindet. Die Pflanzung an sich, besonders wenn sie
abgetrieben wird, würde weniger nachtheilig sein, ind
Zwischenräume zwischen den einzelnen Reisern besonder
dem Abfallen der Blätter noch immer hinreichend gross si
eine bedeutende Wassermasse hindurchströmen zu lassen
sie mässigt die Geschwindigkeit so sehr, dass grosse Mas
mitgeführten Materials hier niederschlagen, und, wie oben
erwähnt worden, geschieht dieses vorzugsweise in der N
stärksten Strömung, also am Kopfe der Buhnen. Solc
lagerung von Kies ist für den Weidenwuchs besonders
das Strauch treibt alsdann eine Menge neuer Schössling
wieder zu einer um so stärkeren Verlandung Veranlassung
und so hebt sich der Kopf der Buhne immer mehr und de
zugleich seitwärts aus, so dass er bald einen stromabwä
kehrten Haken in Form einer Flügelbuhne bildet, der gl
mit Strauch bedeckt ist und eine auffallende Spaltung des
zur Zeit des Hochwassers verursacht. Je mehr der Buh
das Profil beschränkt, um so heftiger ergiesst sich das
über den hinteren Theil der Buhne. Hier gedeiht die Pf
weniger gut und die Verlandungen sind viel unbedeutende
darübergehende Strom findet daher weniger Hindernisse un
seine Bahn, so oft Hochwasser eintritt, immer von Neu
Der Zweck der Stromregulirung, nämlich die Bildung rege
ger Ufer und die Zurückweisung des Fluthstromes in di
Stromrinne, wird hiernach durch die Wirkung der Pflanzu
den Buhnen vollständig vereitelt. Es geschieht aber auc
häufig, dass unter solchen Umständen die Buhnen durchb
und deren hohe Köpfe vom Ufer ganz getrennt werden.

Die oben erwähnten Uebelstände zeigen sich noch auf
der, wenn man die Krone gar nicht durch eine Steindecke
sondern sie ausschliesslich durch Weidenpflanzung zu s
versucht. In vielen Fällen sind die Steine allerdings so k
dass man zur Beseitigung grosser Unregelmässigkeiten im S
gezwungen ist, die Buhnen wenigstens vorläufig ohne feste
zu erbauen. Die Bepflanzung der Krone darf alsdann nicht
weil ohne solche die Werke gar keine Haltbarkeit haben w
man darf aber nicht hoffen, dass die bepflanzten Buhnen eine

ahren hindurch ohne Reparatur bestehen, und ohne weitere ülfe die beabsichtigten Wirkungen hervorbringen können. ders muss man auf die Höhe des Gebüsches fortwährend ufmerksam bleiben, und die Aussicht auf Gewinn von brauch- Weidenholze oder Pflanzstöcken muss anfangs ganz unbe- bleiben. Es ist vielmehr nöthig an den Stellen, wo das ch am besten gedeiht, es immer vor Eintritt des Hochwassers eiben. Dieses muss sogar erfolgen, wenn auch zu befürchten ass die Pflanzung wegen des zu häufigen Abschneidens ab- n könnte. An denjenigen Stellen dagegen, wo die Pflänz- nicht anwachsen und daher die Verlandung zurückbleibt, man durch Zäunungen oder sonstige Erhöhung der Krone Regelmässigkeit immer wiederherstellen, und namentlich ein ders heftiges Ueberströmen einzelner Stellen verhindern. Bei r Vorsicht ist das Bepflanzen der Krone allerdings zulässig, ders wenn Strom und Eisgang nur mässig sind, und keine fschiffahrt besteht. Wenn die Buhnen aber später mit Steinen kt werden sollen, so ist dieses, nachdem sie theilweise bereits ndet sind, nur noch auf dem vorderen Theile der Werke g, der allein einem ferneren Angriffe ausgesetzt bleibt.

Wenn man, wie gewöhnlich, das Packwerk nur schwach tet hat, so pflegt man wohl die Krone bis zur beabsichtigten heraufzuführen, aber die Pflanzung darauf nicht sogleich an- gen, sondern das Werk längere Zeit und wenigstens einige te hindurch unvollendet stehn zu lassen, damit die starken ngen, die stellenweise oder im Ganzen eintreten, vor Auf- ung der Pflanzlage noch ausgeglichen werden können. Ist Verk im Frühjahre gebaut, so kann man es ohne weiteren z während des Sommers sich selbst überlassen und es im te bepflanzen; wenn das Packwerk aber erst im Herbste igt wurde, so pflegt man die Krone vorläufig durch eine Rauhwehre gegen den Strom des Hochwassers und den Eis- zu sichern, und die Bepflanzung im Frühjahre vorzunehmen. Hat man dagegen nach der vorhin beschriebenen Constructions- grosse Sand- und Kiesmassen während des Baues auf dem egenden Theile abgelagert, und dadurch die vollständige Com- ion des Werkes bewirkt, so kann man, wenn der Bau nicht in den Sommermonaten fertig wird, sogleich die Bepflanzung

vornehmen. Dieses ist besonders im Herbste von grosser Wi keit, weil dadurch die interimistische Decke oder die todte wehre entbehrt wird.

Die zum Auswachsen bestimmte Strauchdecke erhält, kein besonders starker Angriff zu erwarten steht, keinen w Schutz, als dass sie wie die andern Lagen mit Würsten be wird. Man nennt sie alsdann Spreutlage. Wenn da zu besorgen ist, dass durch den Strom und das Eis die nebst der aufgebrachten Erde forttreiben könnten, so bring die Pflanzreiser, welche in diesem Falle in viel grösserer zur Anwendung kommen, in der Art auf, dass ihre Wipfel die jedesmal stromabwärts gekehrt sind, die äussere Decke Durch diese Anordnung entsteht eine sogenannte Rauhwe

Um die Spreutlage darzustellen, wird das Werk, na es sich gehörig gesetzt hat, regelmässig aufgeholt und geglichen, auch vollständig mit gewöhnlichem Beschwerungs terial versehen. Letzteres muss jedoch in die Zwischenräu Strauches herabgetrieben werden und darf nicht in merl Höhe auf der Krone liegen bleiben. Alsdann bringt ma Lage guter vegetabilischer Erde von etwa 1 Fuss Höhe a welcher das Strauch Wurzel schlagen kann. Die Pflänz bestehen in frisch geschnittenen Reisern aus Weidenstrau sind am Stammende etwa ¾ Zoll stark. Man legt die dieser Reiser, oder die Pflanzfaschinen, in den meisten nach der Quere, und zwar in einem Abstande von 2 bis 3 auf die Krone des Werkes, schneidet alsdann die Bänder au breitet das Strauch gehörig aus und vertheilt es, so da Zweige ziemlich nahe neben einander liegen und die Erd gehörig bedecken. Die Wipfelenden sind dabei stromabwä kehrt, und wenn die Breite der Buhne grösser ist, als die der Reiser, so muss man dieselben theils nach der einen und nach der andern Seite herausziehen, oder auch wohl zwei Faschinen neben einander legen. Hierauf werden an jeder doppelte Randwürste genagelt und ausserdem in Abstände etwa 2 Fuss auch über den mittleren Theil nach der Läng Werkes Würste gelegt und festgenagelt. Endlich karrt ma über wieder gute Erde, so dass die Würste dadurch noch bedeckt werden. Man rechnet auf die Quadratruthe 4 bis 6

chinen, deren jede 120 Pflanzreiser enthält, 7 bis 8 laufende hen Würste, 100 Pfähle und 1⅓ Schachtruthen Erde.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass diese Arbeit nur genommen werden darf, wenn die Witterung das Anwachsen Reiser begünstigt, oder wenigstens kein schnelles Verdorren selben besorgen lässt. Im Anfange des Frühjahrs, und zwar onders bevor das Strauch belaubt ist, oder im späten Herbste, hdem das Laub bereits abgefallen ist, gedeihen bekanntlich Pflanzungen am besten. Der höhere Wasserstand erlaubt es essen häufig nicht, diese Zeiten ganz scharf inne zu halten, man muss alsdann die Arbeiten etwas später oder früher vormen. Es fehlt nicht an Beispielen, dass auch in solchen Fällen Pflanzungen ganz nach Wunsch gelungen sind, aber sie misscken vollständig, wenn anhaltende Dürre und ein sehr niedriger asserstand eintritt, bevor die Wurzeln sich ausgebildet haben.

Um eine grössere Anzahl von Trieben zu erhalten, bindet n zuweilen auch die Würste aus frischen Pflanzreisern und neidet selbst die Faschinenpfähle aus frischen Weidenzweigen. ides veranlasst in vielen Fällen keine bedeutende Mehrkosten, d alsdann ist diese Anordnung ganz angemessen. Wenn aber s frische Weidenholz in hohem Preise steht, so ist es gewiss cht zweckmässig, es in die Würste zu binden, weil es daselbst nig mit der Erde in Berührung kommt und daher nicht so leicht urzel schlagen kann, als die eigentliche Spreutlage. Es ist her vortheilhafter, in solchem Falle die eigentliche Spreutlage verstärken und gewöhnliche Würste zu benutzen. Man kann er das Anwachsen der Spreutlage noch dadurch befördern, dass n die Stammenden in die Erde steckt und die Pflanzreiser henweise vertheilt, so dass sie in jeder einzelnen Reihe sich ht unmittelbar berühren, ihre Stammenden dagegen um so mehr Erde umgeben sind. Es entsteht dadurch eine Anordnung, lche mit einer Rauhwehre schon sehr nahe übereinstimmt, aber ner noch Spreutlage genannt wird, so lange nicht die Würste den Wipfelenden des Strauches überdeckt werden.

Was aber über die Zeit gesagt ist, in welcher die Pflanzser verlegt werden müssen, so wie auch über die Beschaffenheit selben und selbst über die Wahl des Holzes zu den Würsten d Pfählen, findet in ganz gleicher Weise bei den **Rauhwehren**

Anwendung. Auch hier wird nach gehöriger Ausgleichung Belastung des Werkes eine Erdschüttung aufgebracht, die re lich 1 Fuss stark sein muss, indem sie zugleich zur vollständ Ueberdeckung der Stammenden dient. Nachdem diese Erde gel ausgebreitet und festgetreten oder schwach angestampft ist, man darin an der stromabwärts gekehrten Seite, und zwar Maassgabe der Länge der Pflanzreiser, im Abstande von 4—8 vom Rande einen Graben aus, wie Fig. 141 zeigt. Die Dossi desselben ist auf der einen Seite sehr steil, auf der andern gegen sehr flach. Die ausgehobene Erde wird auf die entg gesetzte Seite der Krone geworfen. In den Graben legt ma Pflanzfaschinen wieder im Abstande von 2 bis 3 Fuss, sch ihre Bänder auf und vertheilt die Reiser recht gleichmässig dass alle Stammenden gegen die steile Grabenwand stossen. Wipfelenden reichen 2½ Fuss über den Rand der Krone. Al nagelt man drei Würste darüber, von denen die äussere wenigstens noch 1 Fuss vom Rande der Krone entfernt sein

Ist dieses geschehen, so bildet man im Abstande von 2½ vom ersten Graben einen zweiten, und wirft die ausgehobene zwischen die erwähnten Würste, indem man dafür sorgt, da recht ebenes Lager für die nächste Reihe der Pflanzreiser ent Ein Ueberdecken der Würste mit Erde ist nicht erforderlich, der Zwischenraum muss vollständig angefüllt sein, und beso ist dahin zu sehen, dass die Erde recht fest und compac Stammenden jener ersten Reihe umgiebt. Man bringt da derselben Art die Reiser und Würste auf und die Zwischenr zwischen diesen werden wieder mit der Erde aus dem d Graben angefüllt, und so fort bis die vorletzte Reihe geleg mit Erde überdeckt ist. Die letzte Reihe endlich entbehr Schutzes, welchen alle früheren erhielten, weil sie durch folgende überdeckt wird. Est ist daher nöthig, sie auf a Weise gehörig zu sichern. Dieses geschieht, indem man sie tiefer an der Dossirung des Werkes herabzieht und sie scho mit mehreren Würsten überdeckt und festnagelt. Diese Würste sind aber keinem starken Angriffe ausgesetzt, inde weder vom überfallenden Strome, noch vom Eise getroffen w Damit aber diese Reihe der Reiser die nächsten Würste g überdeckt, müssen sie möglichst lang sein, und man thut

die längsten Faschinen und das stärkste Strauch zu diesem e auszusuchen. Die Anwendung von starkem Strauche ist ber auch in sofern nothwendig, als dasselbe wegen der lhaften Bedeckung mit Erde doch nicht anzuwachsen pflegt. desto weniger bringt man zwischen den Würsten der letzihe gleichfalls Erde auf, die aber gemeinhin beim ersten asser fortgespült wird.

ganz gleicher Weise, jedoch mit dem Unterschiede, dass rockenes Reis und statt der Erde Sand oder Kies anwendet, ie vorerwähnte interimistische Decke über den Buhnen ührt. Man nennt eine solche Decke eine todte Rauhe, und die erste im Gegensatze derselben eine lebendige. uch Uferdeckwerke und Parallelwerke werden oft mit Spreut- und Rauhwehren bedeckt. In beiden Fällen stimmt die uction derselben mit der beschriebenen überein und zwar auch hier die Pflanzreiser und Würste in derselben Richgegen die Längenaxe der Werke verlegt. Eine Ausnahme nur bei denjenigen Uferdeckungen statt, an welchen zur es höheren Wasserstandes ein heftiger Strom sich bildet, cht herüberstürzt, sondern sie der Länge nach trifft. Dieses tniss tritt nur ein, wenn das Werk sich hoch erhebt, oder das Packwerk vor einem hohen Ufer liegt und letzteres eitig durch die Rauhwehre gegen Abbruch geschützt werden n solchem Falle müssen die Reiser, welche die folgenden nen überdecken, ungefähr in der Richtung des Stromes die Würste müssen daher normal oder wenigstens schräge das Ufer gelegt werden. Das Letzte ist in sofern vortheilals die Würste bei dieser Anordnung eine etwas grössere erhalten, und deshalb sicherer befestigt werden können.

ndlich ist noch derjenigen Anordnungen zu erwähnen, durch man eine starke Vertiefung neben den Werken ver-. Eine solche kann entweder während des Baues oder spätreten. Welche Nachtheile daraus entstehen, wenn in der er Ausführung einer Buhne die Tiefe vor ihrem jedesmaliopfe sich bedeutend vergrössert, ist bei Gelegenheit der eibung der Construction bereits erwähnt worden. Aber auch er Beendigung des Werkes ist es für dasselbe höchst geh, wenn unmittelbar daneben grosse Vertiefungen sich zeigen,

Die Sand- oder Kiesschicht, welche die Buhne trägt, erfordert nämlich eine gewisse flache Böschung, wenn sie im Gleichgewichte sich erhalten soll. Entsteht daher am Fusse des Werkes eine Auskolkung mit steilen Wänden, so stürzen die einzelnen Körnchen zur Seite herab, um die flache Böschung wieder darzustellen. Wenn der Strom so heftig ist, dass er jedes vortretende Körnchen fortreisst, so fliesst der Sand so lange nach, bis das Werk oder vielmehr der nächstgelegene Theil desselben seine Unterstützung verliert und sich senkt. Sobald der Kopf der Buhne bis zur Sohle der vertieften Rinne herabgesunken ist oder wenigstens so tief, dass zwischen beiden eine flache Böschung sich darstellen kann, so hört der weitere Angriff des Bettes in der früheren Weise etwa auf, aber eben dieses Herabsinken veranlasst wieder eine neue Vertiefung. Der ganze Bau pflegt nämlich in solchem Falle nicht gleichmässig zu sinken, vielmehr zeigt sich die stärkste Senkung am Fusse der Dossirung, und dadurch wird die Dossirung selbst steiler, als sie früher war. Diese Aenderung bewirkt, wie bereits erwähnt ist, einen verstärkten Angriff des Stromes gegen die Bette, und zwar geschieht dieses eben sowohl neben Uferdeckwerken (§. 69), wie vor den Köpfen der Einbaue (§. 68). Die Vertiefung stellt sich also wieder von Neuem ein, und es entstehen nicht nur Unregelmässigkeiten im Stromlaufe, sondern ausserdem kommen die Werke selbst in Gefahr, und wenn sie, wie oft geschieht, nach und nach abbrechen und zuletzt ganz verschwinden, so rührt dieses in vielen Fällen gewiss nur davon her, dass der Fuss ihrer Dossirungen ursprünglich nicht gehörig gesichert wurde. Manche Baumeister mögen deshalb diejenigen Werke, neben welchen starke Vertiefungen zu erwarten sind, nicht auf dem flachen Vorlande oder auf hohen Bänken erbauen, und gehen mit dem Bau derselben absichtlich recht langsam vor, um dadurch schon während der Ausführung alle Veränderungen eintreten zu lassen, deren nachtheiligen Folgen vorgebeugt werden soll. Dieses Mittel ist aber nicht nur sehr kostbar, sondern auch unsicher, weil die volle Vertiefung erst einzutreten pflegt, wenn das Werk schon längere Zeit gelegen und die Einwirkung der verschiedenen Wasserstände erfahren hat.

Weit vortheilhafter ist es, die günstigen Verhältnisse beim zu benutzen und den erwähnten Gefahren dadurch vorzubeug

man den Fuss der Dossirungen mit einer gehörig weit aus-
nten Decke umgiebt. Man wird es zwar nicht verhindern
en, dass am Rande dieser Decke wieder Vertiefungen entstehen
die Decke selbst sich steiler stellt, als sie ursprünglich gelegt
e. Tritt sie aber hinreichend weit vor das Werk vor, so
sie sich nicht so steil, dass dadurch für den Hauptbau Be-
niss entstehen könnte, und ausserdem behält dieser seine ge-
e Dossirung, wodurch jener nachtheiligen Wirkung des Stro-
wenigstens theilweise vorgebeugt wird. Fig. 134 auf Taf. XL
eine solche Decke im Profile des Uferdeckwerkes, und zwar
abei angenommen, dass dieselbe hauptsächlich nur die Ver-
ng während des Baues verhindern soll, woher sie sich unter
ganzen Basis des Werkes fortzieht. Wenn Gegentheils die
rgniss sich mehr auf die spätere Vertiefung vor dem Werke
eht, so würde es passender sein, die Decke nur unter die
ere Dossirung zu legen, sie aber vor derselben noch weiter
reten zu lassen.

Ich will zuerst den letzten Fall speciell behandeln und die
rdnungen beschreiben, die man treffen muss, um unter un-
tigen Umständen einer starken Vertiefung während des Baues
ubeugen. Diese Vertiefung entsteht dadurch, dass der ange-
ene Buhnenbau aus Packwerk schon einen heftigen Strom
ugt, der wegen der eingetretenen Beschränkung des Profiles
dem kürzesten Wege, also dicht vor dem Kopfe und zum Theil
unter den noch schwimmenden Lagen sich bildet. Um diesen
n unschädlich zu machen, muss man, bevor der eigentliche
das Profil stark beschränkt, den Grund selbst sicher stellen.
eine Buhne aus Steinen ausgeführt, so ist es leicht, hier-
den Bau anzuordnen: man braucht nämlich nur mit dem
hütten einer schwachen Lage von Steinen in der ganzen Aus-
ung des Werkes den Anfang zu machen und man könnte
lbe Maassregel auch beim Packwerksbau eintreten lassen,
n man ein massives Fundament vorher anschüttete. Auf einem
t beweglichen Flussbette liegt eine solche Steinschüttung aber
esweges ganz sicher, besonders wenn sie wegen der Kostbar-
des Steinmaterials nur eine geringe Stärke erhält; das Wasser
t alsdann durch die freien Zwischenräume noch leicht hin-
h, spült den Sand oder die Erde dazwischen und darunter fort,

und die Steine versinken. Dieses wird aber verhindert, man die Steine auf eine **Strauchbettung** legt. Zur Da lung der letzten dienen wieder alle verschiedene Arten de schinenbaues: das Strauchbette kann nämlich aus Senkfasc aus Senkstücken oder aus Packwerk bestehn und in der finden sich Beispiele von allen drei Methoden. Von der soll später die Rede sein, die erste ist bereits beschrieben gehe daher zur letzten über.

Die sogenannten **Senklagen** werden auf dem W schwimmend und gemeinhin nahe übereinstimmend mit de wöhnlichen Packwerkslagen ausgeführt, so dass sie sich vo sen nur durch ihre grosse Länge unterscheiden. Man mu aber sehr lang machen, da sie die Basis der ganzen Buhn des Parallelwerkes bilden, und wenn eine spätere Vertiefung oder daneben besorgt wird, sogar vor denselben vortreten Die Senklage besteht wieder aus einer Ausschusslage und Rücklage. Es ist aber an sich klar, dass eben ihre Län Zusammensetzung ausserordentlich erschwert und dieses mehr, als sie keine grosse Dicke erhalten darf, weil sie in Falle das Durchfluss-Profil merklich verengen und sons Geschwindigkeit und den Angriff des Stromes auf das Bett mehren würde. Der vor der Basis des Werkes vortretende der Senklage, der nur als Bettung für den Steinwurf dient, überdies keiner grossen Stärke, wodurch die Kosten des unnöthiger Weise vermehrt werden würden. Die Senklage scheidet sich von der gewöhnlichen Packwerkslage auch da dass sie nicht in ihrer ganzen Ausdehnung schwimmend er werden kann, weil sie sonst vom Strome zu sehr angeg werden würde. Man macht daher mit der Versenkung sch Anfang, sobald sie die erforderliche Länge hat, dass die bindung des gesunkenen Theils mit dem noch schwimm Ende erhalten werden kann.

Am einfachsten und leichtesten ist die Ausführung der S lage für ein Uferdeckwerk oder ein Parallelwerk, dessen Län richtung mit der des Stromes übereinstimmt. Man kann nä in diesem Falle die Senklage darstellen, ohne besondere Vors maassregeln zur Erhaltung ihrer gehörigen Richtung nehme dürfen. Man beginnt den Bau am oberen Ende und wirft

Faschinen nach der andern aus, die jedesmal soweit vor- dass nur eben diejenige Dicke dargestellt wird, welche zum en und Auswerfen der Faschinen nothwendig ist. Unter geführten Umständen wird das Werk nicht seitwärts vom getroffen, und der Stoss des Wassers in der Längenrichtung neinhin auch so unbedeutend, dass er in dem Ineinander- der einzelnen Faschinen schon hinreichenden Widerstand Nichts desto weniger muss man, sobald einige Ausschuss- geworfen sind, zur Befestigung derselben einige Würste ker darüber nageln. Ist man soweit vorgegangen, dass eil schon versenkt werden kann, so beginnt man den Bau cklage, doch nicht am äussern Ende der Ausschusslage, n so weit davon entfernt, dass dieselbe ohne Unterbrechung fortgesetzt werden kann. Die Rücklage hält man ge- n möglichst schwach und führt sie bis zum Ufer zurück. ufbringen der Würste geschieht ebenso wie bei den Pack- -Lagen und die Versenkung, wobei man nur Steine an- n kann, die so gross sind, dass sie vom Strome nicht trieben werden, beginnt am Ufer und man geht damit so or, dass der äussere Theil der fertigen Lage noch sicher, wenigstens in der Länge von etwa zwei Ruthen auf dem r schwimmt.

Man muss sich bemühen, die Steine gleichmässig aufzu- en. Dieses lässt sich allerdings einigermaassen durch Peilen lliren, aber weit sicherer ist es, die Steine sogleich recht mässig auszuwerfen. Zu diesem Zwecke bezeichnet man durch steckte Stangen die Grenze, bis zu welcher jede Kahnladung ucht werden soll, und wenn die Ladung grossentheils aus- fen ist, so untersucht man mit der Peilstange, ob einzelne vielleicht noch nicht bedeckt sind, und auf diese vertheilt en Rest. Ausserdem sorgt man noch in anderer Art dafür, ie Steine jeder Ladung recht gleichmässig in dem bestimmten vertheilt werden. Man beginnt die Beschüttung in dem spunkte des Werkes und geht damit nach und nach weiter alsdann giebt die Eintauchung des schwimmenden Theiles alle auffallenden Unregelmässigkeiten deutlich zu erkennen. z. B. die Belastung an einer Seite viel stärker wäre, als an dern, so würde die Eintauchung an jener Seite sich weiter,

als an dieser erstrecken. Endlich ist noch darauf zu ach an der Stelle, wo die Beschwerung vorläufig aufhört, di in der vollen Stärke angebracht werden darf, sondern auslaufen muss, weil sonst ein Bruch in der Lage erfolge wodurch die Verbindung theilweise oder ganz gelöst wü

Wenn die Versenkung des ersten Theiles, so wie j genden stattgefunden hat, so muss man sich zunächst da zeugen, ob der andere noch schwimmende Theil sich im Abstande vom Ufer oder überhaupt in der bestimmten befindet. Beim Versenken kann nämlich leicht ein Ver Lage eintreten und besonders ist dieses zu besorgen, sehr lang ist. Es ist beinahe unmöglich, den noch schwi Theil der Lage wieder in den gehörigen Abstand vom bringen, falls er in demselben sich nicht mehr befind Wenn man jedoch hierauf aufmerksam bleibt, so kann bemerkte Abweichung nur gering sein und ist bei Fortse Baues leicht auszugleichen.

Die folgende Ausschusslage schliesst sich ohne Unte an die frühere an, die Rücklage dagegen greift jedesmal vorhergehenden über und zeigt sonach, was sonst bei d lage nicht vorkommt, eine Reihe von Stammenden der F Die Würste endlich reichen bis auf den vorhergehende Theil der Senklage. Hierdurch wird allerdings in de der Rücklage die Dicke der ganzen Senklage etwas ve was jedoch ohne Nachtheil ist. Im Allgemeinen bleibt der Senklage, nachdem der Steinbewurf aufgebracht i 3 Fuss und es gelingt zuweilen, dieselbe bis auf 2 Fuss ciren. Die Ausführung wird dadurch beschleunigt, dass des Versenkens des hintern Theiles der vordere gleichzei gebaut werden kann.

Es wurde schon erwähnt, dass man durch Anwen sonderer Mittel die Ausschusslagen beim Packwerksbau treiben kann. Auf dieselbe Art und namentlich durch von Schwimmbäumen wird es auch möglich, die S weit in den Strom herauszuführen. Zuweilen legt man, vorderen Lage mehr Tragfähigkeit zu geben, dieselbe Rand eines vor Anker liegenden Kahnes, der also in dies die Stelle des Schwimmbaumes vertritt. Wenn aber ein

r Strom durchschnitten werden soll, so zeigen sich alle diese beim Bau der Senklagen als unzureichend, und man ist n gezwungen, von dieser Constructionsart ganz abzugehen tatt der Senklagen eine Reihe von Senkstücken oder Senknen anzuwenden. Man kann indessen die Senklagen noch ndere Weise verbinden, wodurch sie etwas mehr Festigkeit en und selbst im heftigen Strome auf grosse Längen noch r dargestellt und im Zusammenhange versenkt werden können. ser Beziehung sind verschiedenartige Versuche gemacht wor- Bei Coupirung des linkseitigen Rheinarmes oberhalb der ündung des Erft-Kanales bei Neuss wurde die Senklage aus sten und Faschinen zusammengeflochten. Man befestigte em Ufer, wo der Bau beginnen sollte, fünf Würste im Ab- e von etwa 7 Fuss von einander. Dieselben waren über einen igen Bock auf einem vor Anker liegenden Nachen gezogen, elchem die Senklage zusammengesetzt wurde. Man hatte Fa- en (eigentlich Würste) von 4 Ruthen Länge gebunden, die chen jene Würste geschoben wurden, und zwar so, dass diese chselnd über und unter den einzelnen Faschinen lagen. Hier- h entstand ein vollständiges Gewebe von 4 Ruthen Breite, en Kette die Würste und dessen Einschlag die Faschinen waren. n Vorrücken der Arbeit wurde der Nachen weiter vom Ufer ernt, und wenn das Ende einer Wurst erreicht war, so band eine neue daran. Der fertige Theil wurde aber immer so- ch mit Steinen versenkt, so dass nur das letzte Ende desselben dem Wasser schwamm.

Wenn die Senklage den Zweck hat, eine spätere Vertiefung en dem Werke zu verhindern, so muss sie so weit vortreten, s sie die grösste zu erwartende Tiefe noch etwa mit dreifacher r wenigstens mit zweifacher Anlage erreichen kann. Wie gross Vertiefung äussersten Falles ist, lässt sich bei Strömen, deren gulirung man bereits seit längerer Zeit begonnen hat, ziemlich er beurtheilen. Man wird aber die Senklagen nur da an- gen, wo dieses durchaus nöthig ist: also vor oder neben den fen der Buhnen und neben den Parallel- oder Uferdeckwerken, n dieselben in scharfen Concaven liegen. Die Construction m letzten Falle genau übereinstimmend mit der beschriebenen es ist dabei nur zu erwähnen, dass die Steine zur Beschwerung

besonders gross und lagerhaft ausgesucht werden müssen, sie dauernd dem Anfalle des Stromes ausgesetzt bleiben u sie auch nicht herabrollen dürfen, falls die Senklage eine Neigung annehmen sollte.

Um nachtheilige Vertiefungen neben den Werken zu dern, wendet man noch ein anderes Mittel an. Man deck lich zuweilen nicht nur den Grund, sondern bildet durch schüttung flache Köpfe, welche als niedrige Einbaue die telbare Annäherung des starken Stromes verhindern. Solche bilden vor den Buhnen gleichsam eine Fortsetzung dersell bis zur Sohle der tiefen Stromrinne flach abfällt. Wie v haft diese Anordnung ist, habe ich schon früher erwähnt vor Uferdeckwerken kann dasselbe geschehen; man dar aber nicht unbeachtet lassen, dass diese vorzugsweise an Stellen erbaut werden, wo die starke Krümmung des c Ufers die Anlage von Buhnen nicht gestattet, weil die fahrenden Schiffe auf solche aufgetrieben werden könnte in Rede stehenden Steinköpfe dürfen daher die Schiffahrt falls nicht gefährden und müssen in ihrem höchsten Thei an der Stelle, wo sie sich an das Uferdeckwerk ansch noch so tief liegen, dass sie von den Schiffen nicht berührt Gerade in denjenigen Fällen, wo die Anbringung der Ste besonders wichtig ist, also wo eine sehr tiefe Rinne neb Deckwerke sich bildet, ist diese Bedingung leicht zu erf

§. 80.

Schlickfänge.

Die Regulirungswerke, deren Construction bisher besc worden, haben den Zweck, den Strom von gewissen Stellen Bettes oder Ufers zurückzuweisen; sie müssen daher so fe dass sie dem Andrange des Wassers und Eises gehörigen stand leisten. In vielen Fällen besteht die Aufgabe nur flache Stellen im Bette oder niedrige Ufer, die vom stärksten nicht getroffen werden, zur Verlandung zu bringen oder zu er Dieses lässt sich durch viel leichtere Bauwerke, als jene Man bezeichnet solche leichtere Werke mit der allge nennung Schlickfänge, wiewohl der Name nicht gan

da sie weniger dazu bestimmt sind, den Schlick d. h. die im
ser schwebenden erdigen Theilchen, als vielmehr die gröberen
e aufzufangen, welche längs der Sohle des Bettes vom Hoch-
ser fortgetrieben werden. Die andern Benennungen: Schlick-
ne, Flechtzäune und Traversen beziehen sich theils
bestimmte Constructionsarten, theils aber überhaupt auf Ein-
. Traversen nennt man in manchen Gegenden eben sowohl
ssere Buhnen, als leichte Nebenwerke.

Die Schlickfänge werden vorzugsweise zwischen den Haupt-
nen angewendet, und zwar kommen sie gemeinhin erst zur
führung, wenn diese schon merkliche Wirkungen gezeigt haben.
Verlandung zwischen den Buhnen erfolgt selten ganz regel-
ssig; an einzelnen Stellen und zwar getrennt vom Ufer zeigt
sich zuerst, aber in den zwischenliegenden Rinnen bleibt zur
des mittleren Wassers, wobei die Buhnen nicht mehr über-
het werden, noch eine starke Strömung, welche diese Rinnen
ner von Neuem vertieft oder wenigstens lange Zeit hindurch
n erhält. Man kann dieselben leicht durch kurze Werke sper-
, oder auch längere Werke vom Ufer aus bis zur neuen Ufer-
ie über die Verlandung fort hinausführen. Solche Zwischenwerke
gen im Schutze der Hauptbuhnen, sie brauchen daher nicht be-
nders fest construirt zu werden, und wenn sie vielleicht durch-
chen sollten, so ist der Nachtheil nicht gross, da die Haupt-
rke ihre vollständige Zerstörung oder die Ausbildung sehr tiefer
nnen verhindern und andrer Seits bei ihrer einfachen und wenig
stbaren Construction auch die Wiederherstellung leicht ist. Als
gemeine Regel muss es gelten, diese Werke immer ziemlich
drig zu halten, und ihnen niemals eine grössere Höhe, als die
r Buhnen zu geben. An den tiefsten Stellen müssen sie einander
nächsten stehen, damit vorzugsweise hier die zur Zeit des
chwassers vorbeitreibenden Sand- und Kiesmassen niedersin-
und möglichst gleichmässige Verlandungen bilden. Bei der
ordnung der Pflanzungen, welche man gleichfalls als Neben-
rke ansehen kann, gelten dieselben Rücksichten.

Zuweilen setzen die Schlickfänge das System der Hauptbuhnen
längere Strecken selbstständig fort; namentlich geschieht dieses
solchen Stellen, wo die Concave aufhört und die gewählte Ufer-
sich in gerader Richtung fortzieht oder eine entgegengesetzte

oder convexe Krümmung annimmt. Vor convexen Ufern i
Andrang des Stromes gemeinhin sehr mässig, auch findet d
schon eine starke Tendenz zum Verlanden statt. Die Ei
die unter solchen Umständen zur Beschränkung der Profilwe
zur Ausbildung der Ufer dienen, brauchen daher nicht bes
fest zu sein, und es genügt alsdann, statt der Buhnen, S
fänge anzulegen. Es geschieht daher nicht selten, dass m
Systeme der Hauptwerke gegenüber nur Schlickfänge anleg
kleinern Strömen aber genügen solche leichtere Werke sch
alle Strom-Correctionen, und dieses nicht nur, wenn Eisga
Strömung überhaupt schwach sind, sondern auch in dem
wenn die Anschwellungen sich sehr hoch zu erheben pfleg
kommt dabei besonders darauf an, dass zur Zeit der ni
Sommerwasserstände oder während des Baues die vorha
Tiefen nicht bedeutend sind, weil man entgegengesetzten
die Schlickfänge nicht ausführen kann. Werden sie spät
überfluthet, und findet der Eisgang bei so starker Ansch
statt, dass sie vom Eise nicht erreicht werden, so sind s
wenig Beschädigungen ausgesetzt, während sie gleichwohl
der Sohle treibende Material auffangen, und sonach ihren
erfüllen. Sind sie aber nach einer oder nach mehreren
so weit verlandet, dass ihre fernere Wirksamkeit aufhört, v
das flache Ufer, auf welchem sie stehen, noch nicht bis zu
sichtigten Höhe aufgewachsen ist, so kann man über oder
den ersten Schlickfängen wieder neue erbauen, und dadur
recht gleichmässige Ausbildung der Ufer bewirken. Es gieb
eine andere Methode des Strombaues, welche durch gleich
Mittel so sicher die Stromregulirung veranlasst. Nur w
Tiefen selbst bei niedrigem Wasserstande noch bedeuten
oder in scharfen Krümmungen, wo der Andrang des W
zu stark ist, sind die solideren und kostbareren Construc
von denen bisher die Rede war, nicht zu umgehen. An de
Weser in der Gegend von Höxter sind die meisten Stro
lirungen allein durch solche leichte Bauwerke bewirkt.

Die Construction der Schlickfänge ist sehr versch
Am leichtesten sind sie darzustellen, wenn man ganze B
mit allen Aesten und Zweigen in den Strom wirft. A
Flüssen im Harze sieht man dieses Verfahren häufig ange

ist es bei Schiffbarmachung der Midouze*) zum Theil ge- worden, woselbst man zwischen den Hauptwerken, die jedoch nur aus Flechtzäunen bestanden, Bäume versenkte. Dabei das Wurzelende auf das Ufer gelegt und der Wipfel reicht en Fluss hinein. Die Mängel dieses Verfahrens sind so auf- nd, dass sie kaum erwähnt werden dürfen. Bei hohem Wasser eht die Besorgniss, dass der ganze Baum fortschwimmt oder gstens in eine unpassende Lage kommt, weil eine Beschwerung elben nicht anzubringen ist. Ausserdem lässt sich die Länge Höhe eines solchen Werkes gar nicht gehörig reguliren, und n an einer Stelle unter demselben eine starke Vertiefung ein- was bei der Ungleichmässigkeit der Aeste und Zweige leicht heben kann, so erfolgt kein Nachsinken, wie etwa beim Pack- ke, vielmehr wird die Oeffnung immer mehr erweitert, wodurch se Unregelmässigkeiten veranlasst werden können.

Zuweilen werden die Schlickfänge aus Faschinen und r als Packwerke erbaut. An manchen Orten nennt man die- gen Buhnen, die nur eine geringe Kronenbreite haben, Schlick- ge. Bei mässiger Wassertiefe und geringer Strömung treten i manche Erleichterungen während des Baues ein, und alle wierigkeiten, denen man sonst begegnet, verschwinden hier. Seitendossirungen pflegt man in diesem Falle auch viel steiler halten, als bei den Buhnen, indem man nur durch Faschinen- hle die Lagen auf einander befestigt. Wenn die Seitendossi- gen ganz fehlen, oder die Werke wenigstens sehr steile Wände en, so pflegt man sie durch starke eingerammte Pfähle zu tern, wie Fig. 142 zeigt. Man macht in diesem Falle mit dem rammen der Pfähle den Anfang, indem dieselben in jeder Reihe efähr 6 Fuss aus einander stehn. Da die Breite des Werkes er Regel auch nur 6 Fuss beträgt, so müssen die Faschinen rs als in den Packwerkslagen ausgeworfen werden. Am endsten dürfte es sein, sie schräge gegen die Richtung des kes neben einander zu legen, und die folgende Faschinenreihe der andern Seite zu kehren. Man würde dadurch den Vor- erreichen, dass die Wipfelenden immer nach aussen gerichtet en, und sonach das Heraustreiben des Beschwerungs-Materials

*) *Annales des ponts et chaussées* 1831. *II. pag.* 37.

am sichersten verhindert würde. Indem die Lagen von den Pfahlreihen fest gehalten werden, so lässt sich der Bau leicht und ganz sicher fortsetzen, man thut aber wohl, zelnen Lagen nicht gar zu stark zu machen, weil sonst schwerungs-Material zu ungleichmässig vertheilt wäre; au aber müssen die Lagen auch hier durch übernagelte in sich verbunden und so angeordnet werden, dass eine Kopfböschung vor dem Werke entsteht. Endlich wird di in gleicher Weise, wie bei Buhnen, mit Steinen oder Spreutlage versehen.

Ebenso kann man in Gegenden, wo das Steinmaterial ist, die Schlickfänge aus Steinschüttungen bilden, aber, damit sie beim Ueberstürzen des Wassers nicht le der Krone wieder abgepflastert werden.

Auch Senkfaschinen werden zu gleichem Zwecke und wenn dieselben bei dem abwechselnden Wasserstan als ganz besonders vergänglich angesehen werden müssen, bei dieser Constructionsart doch manche Vortheile ein, we selbe besonders empfehlen. Dahin gehört namentlich der dass der Material-Bedarf sich sehr geringe herausstellt, noch eine Unterspülung des Werkes nicht eintreten kann Faschinen immer von selbst herabsinken und die ents Vertiefungen ausfüllen. Wenn aber die obere Lage b oder herabgefallen sein sollte, so kann sie leicht durch e ersetzt werden. An der Wertach in der Gegend von A hat man Stromregulirungen auf diese Art ausgeführt, de stige Erfolge gerühmt werden. *) Die daselbst gewäh structionsart ist in Fig. 143 *a* und *b*, so wie in Fig. 144 da jedoch mit Einführung einiger Aenderungen, die erforder dürften. Letztere beziehen sich zunächst auf die Darstel Kopfdossirung und eine geringe Neigung der Krone; so die Sicherung der Wurzel, wovon später die Rede sein endlich auf die Stellung der Pfähle in den verschiedenen welche wohl am vortheilhaftesten so angeordnet werden, Pfähle sich immer gegenüber stehn, weil die Faschinen s

---

*) Voit, über die Correction des Wertach-Flusses, in Journal für die Baukunst, Band II. Seite 237 ff.

en und alsdann weniger regelmässig und fest auf einander
–
Die Senkfaschinen erhalten eine Stärke von 1 bis $1\frac{1}{4}$ Fuss,
ntfernung der Pfahlreihen muss daher etwas grösser sein,
die Faschinen mit Leichtigkeit dazwischen gepackt werden
n. Der Abstand der einzelnen Pfähle von einander beträgt
4 Fuss. Man macht mit dem Einrammen der Pfähle den
g und wendet sie in solcher Stärke an, dass sie bei 6 Fuss
ertiefe etwa 6 Zoll im Durchmesser halten und bei grösserer
geringerer Tiefe stärker oder schwächer sind. Sie werden
nlicher Weise, wie §. 36 beschrieben, mit einer Handramme
leichten Rüstungen eingetrieben. Bei geringer Wassertiefe
man nur zwei Pfahlreihen anbringen (Fig. 143 *b*); bei der
von 6 Fuss sind deren aber schon drei erforderlich, damit
Reihen Faschinen eingelegt werden können (Fig. 144). Die
faschinen werden in derselben Art gebunden, wie oben (§. 74)
hrieben. Ihre geringere Stärke erlaubt es aber, sie ohne
re Rüstung nur auf Unterlagen anzufertigen. Damit sie nicht
transportirt werden dürfen, verbindet man sie meist auf
sen, die neben den Pfahlreihen liegen; sie werden alsdann
eich über die erste Pfahlreihe fort an ihre Stelle geworfen.
ist gewiss vortheilhaft, bei ihrem Versenken immer dahin
sehn, dass sie möglichst horizontal, oder vielmehr in der Rich-
geneigt liegen, welche man für die Krone bestimmt hat.
diesem Grunde kann die untere Senkfaschine häufig nicht
ganze Länge des Schlickfanges erhalten. Man kann der Fa-
ne aber auch am Ende eine geringere Stärke geben, damit
folgende gerade liegt und vor der ersten kein zu grosser
m offen bleibt. Durch Nachstossen überzeugt man sich leicht
on, dass jede Faschine auf der vorhergehenden oder auf der
le des Flussbettes fest aufliegt.

Bei entstehender Vertiefung sinken die Faschinen, da sie die
rderliche Belastung in sich enthalten, leicht von selbst herab,
egen können sie nicht die Oeffnungen neben dem Uferrande
liessen, da diese nicht unter ihnen, sondern seitwärts liegen.
e pflegen schon während des Baues sich zu bilden, und
ge des Staues, welchen das Werk verursacht, vergrössern
sich leicht so sehr, dass eine vollständige Trennung des

Schlickfanges vom Ufer oder eine Hinterströmung zu besor
An der Wertach begegnete man dieser Gefahr dadurch, da
eine oder mehrere Senkfaschinen vor die oberste Pfahlreih
Die Senkfaschine ist indessen so steif, dass sie kleinere Hö
nicht ausfüllt, und am wenigsten darf man dieses auf dem s
Uferrande erwarten. Es dürfte daher zweckmässiger sei
Steinschüttungen anzubringen, wie solche Fig. 143 angegeb

Gewöhnlich bestehen die Schlickfänge nur in Zäun
die aus Weidenreisern zusammengeflochten sind, sie heis
dann Schlickzäune. Die Quantität des erforderlichen M
ist dabei auf das Minimum reducirt und die Arbeit ist a
einfach und wenig zeitraubend, woher diese Constructions
besonders wohlfeil herauszustellen pflegt. Nichts desto
besitzen die Flechtzäune eine grosse Steifigkeit und wi
daher selbst einer starken Strömung. Ihre Wirksamkeit
aber nicht ganz mit derjenigen der vorher beschriebenen
überein, denn sie bilden keineswegs eine dicht schliessend
vielmehr enthalten sie so viele Oeffnungen, dass die Sum
selben wenigstens der Hälfte derjenigen Fläche gleichkomm
der Zaun im Ganzen einnimmt. Sonach verhindert d
keineswegs das Durchströmen, hält vielmehr das Wasser n
auf, ohne es bedeutend abzulenken. Hierin liegt gewiss de
weshalb die Zäune weit regelmässigere Verlandungen ver
als andere Werke, und namentlich bemerkt man zur S
selben nicht die tiefen Rinnen, welche bei den Buhnen i
des Ueberstuzes immer vorzukommen pflegen.

Die Anfertigung der Flechtzäune geschieht in der A
in Abständen von 6 bis 12 Zoll und bei starken Flec
auch wohl in noch weiterer Entfernung Pfähle von 2 bis
Stärke mit einem hölzernen Schlägel oder mit einer leichte
ramme eingetrieben werden. Diese Pfähle müssen ziemlich
und ohne Aeste sein, damit die Reiser sich daran leicht
schieben lassen. Am besten ist es, gespaltenes Nadel
wählen und man thut in diesem Falle wohl, die scharfen
abzustumpfen, weil sie leicht zum Bruche der Flechtruth
anlassung geben, besonders wenn diese schon sehr trock
Die Pfähle werden so tief eingeschlagen, dass sie fest
gemeinhin genügt dazu eine Tiefe von 9 bis 12 Zoll. Di

Zaunes muss, wie schon oben bemerkt, nicht zu gross an-
mmen werden. Ganz unpassend wäre es aber, den Zaun in
bestimmten Höhe über dem Grunde in seiner ganzen Länge
zuführen, wobei sein oberer Rand alle Ungleichheiten des
as darstellen und endlich einen steilen Absatz bilden würde.
muss vielmehr nach den obigen Andeutungen diejenige Höhe
teln, bis zu welcher der Zaun am Kopfe und der Wurzel
freichen soll, und ihn auf der Uferseite soweit fortsetzen,
er sich allmälig an den Boden anschliesst und endlich darin
uft.

Die Flechtruthen müssen aus hartem, wenigstens aus
rnholz bestehn, Weiden, Pappeln und dergleichen Holzarten
en, sobald der Zaun einige Zeit trocken gestanden hat, zu
tten uud zu leicht zu brechen. Es ist aber keineswegs er-
rlich, dass die Ruthen besonders gerade oder von bestimmter
e sind, wenn sie sich nur zwischen den Pfählen gehörig
ingen lassen, auch darf man keine grosse Sorgfalt darauf
enden, alle Nebenzweige abschneiden, vielmehr können die-
n, und besonders die schwächeren, ohne Nachtheil mit ein-
chten werden. Je stärker aber die Flechtruthen sind, um so
r dürfen die Zaunpfähle von einander entfernt sein. Das
ten geschieht in der Art, dass man die einzelne Ruthe ab-
selnd von der einen und der andern Seite um die Pfähle
ngt, und jede folgende Ruthe wenigstens an zwei Pfählen mit
Ende der vorhergehenden zusammen einlegt, damit keine
se Oeffnung im Stosse sich bildet. Die darüber kommende
e umfasst jeden Pfahl von der andern Seite. Es entsteht
rch eine Art von Gewebe, worin die Pfähle, die Kette und
Flechtruthen den Einschlag bilden.

Bei ganz niedrigen Zäunen kann man die einzelnen Ruthen
h bis zum Grunde herabdrücken, bei höheren würde dieses
zu unbequem sein, selbst wenn der Zaun ganz im Trocknen
de, man flicht alsdann neben den Pfahlköpfen ein etwa 6 Zoll
es Band und stösst dieses mit der Hand oder dem Fusse
auch mit hölzernen Gabeln bis zum Grunde oder bis zu dem
rgehenden Bande herab. Es versteht sich, dass dieses Herab-
n ziemlich gleichmässig in der ganzen Länge des Zaunes
gen muss, weil sonst das Flechtwerk stellenweisse lang aus-

gezogen und dadurch beschädigt werden könnte. Am passendsten ist es, an den tiefsten Stellen zuerst das Ausflechten vorzunehmen, damit alle erwähnten Bänder, wenn sie herabgestossen sind, immer möglichst parallel zum obern Rande des Zaunes liegen. Wenn sich aber irgendwo Unregelmässigkeiten zeigen, so kann man die Breite des Bandes an diesen Stellen willkührlich verändern und dadurch die Ausgleichung bewirken.

Das beschriebene Verfahren findet nicht nur bei Zäunen Anwendung, die ganz im Trocknen stehn, sondern es kann auch bei einer Wassertiefe von 4 und selbst 6 Fuss beibehalten werden. Die Arbeiter befinden sich alsdann in Kähnen und stossen die Bänder mit hölzernen Gabeln herab. Einzelne weit vorstehende Pfahlköpfe werden endlich noch abgeschnitten, weil sie leicht vom Eise gefasst werden könnten. Fig. 145 zeigt einen Flechtzaun von dieser einfachsten Art.

Die Oeffnungen im Zaune zwischen den einzelnen Reisern werden durch das hindurchströmende Wasser nicht erweitert, sie sind daher ohne Nachtheil und nach der obigen Bemerkung sogar vortheilhaft. Anders verhält es sich mit den Oeffnungen, die zwischen den Flechtruthen und dem Grunde entweder gleich anfangs bleiben oder sich später bilden. Die Strömung ist daselbst zwar nicht so bedeutend, wie unter einer wasserdichten Wand, nichts desto weniger verursachen diese Durchströmungen doch jedesmal die Hauptbeschädigungen und oft die vollständige Zerstörung des Flechtzauns. Wenn solche Oeffnungen sich nämlich nach und nach erweitern, so sinken die Flechtruthen darüber keineswegs von selbst herab: die Auskolkungen schliessen sich also nicht, sondern nehmen immer mehr zu, bis die Pfähle ausgespült werden und der Zaun stellenweise die Haltung verliert, und dann bald zerrissen und fortgetrieben wird. Am grössten ist diese Gefahr, wenn der Wasserstand eben die Höhe des Zauns erreicht, sie giebt sich alsdann aber auch durch das Aufwallen des Wassers unterhalb des Zaunes zu erkennen, und man kann durch Vorschütten von Steinen sie oft noch leicht beseitigen.

An denjenigen Stellen, wo ein solches Ausspülen des Grundes besonders zu besorgen ist, pflegt man auch sogleich, nachdem der Bau des Zaunes beendigt worden, Steine oder **Kies anzuschütten**. Dieses geschieht entweder auf beiden Seiten, wie Fig. 146 i

ile zeigt, oder wenigstens auf der stromaufwärts gekehrten e. Demnächst stellt man die Flechtzäune in derselben Absicht eilen auch auf eine kreuzweise ausgeworfene Faschinenlage, in Fig. 147 in der Ansicht von oben dargestellt ist. Dabei jedoch die Steinbeschüttung wieder nicht fehlen. Dieses Veren ist aber nur bei sehr geringer Wassertiefe anzuwenden. grösserer Tiefe wäre es freilich noch möglich, eine vollstän- Senklage darzustellen, aber dadurch würde der Bau so verert werden, dass die Einfachheit und Wohlfeilheit, wodurch Flechtzäune sich besonders empfehlen, ganz verloren ginge.

Sehr sicher lässt sich der Auskolkung unter dem Flechtzaune eugen und ausserdem die Festigkeit desselben noch wesentlich nehren, wenn man, wie Fig. 148 zeigt, zwei solche Zäune Abstande von 2 bis 3 Fuss erbaut, die Köpfe der Pfähle hin wieder durch Bindweiden verbindet und den Zwischenraum Steinen ausfüllt. Letztere sinken sogleich herab, wie eine tiefung sich zu bilden anfängt. Schon durch das Zusammenlen zweier Flechtzäune, welche den Stau unter sich vertheilen, mindert sich die erwähnte Gefahr, und es scheint, dass zwei ne, von denen jeder nur weitläufig, also mit grossen Zwischenmen geflochten ist, viel schneller und sicherer Verlandung ergen, als ein einzelner, der an sich dichter ist. Bei einer rection an der obern Weser sollten doppelte Flechtzäune mit füllung ausgeführt werden; bevor jedoch die letztere eingecht werden konnte, trat Hochwasser ein, und als dasselbe bald uf abgelaufen war, waren nicht nur die Zwischenräume vom me mit Kies angefüllt, sondern es zeigte sich auch in den rvallen zwischen je zwei Werken eine sehr günstige Verlandung.

Endlich erwähne ich bei dieser Gelegenheit noch der niegen Flechtzäune, welche man in Holland beim Packwerks- und bei andrer Gelegenheit häufig anwendet. Wenn z. B. Kanal-Dossirung mit Rasen belegt wird, so bringt man solche ne in der Höhe des Wasserspiegels an und lehnt dagegen die en, wodurch das Abbrechen und Abspülen derselben durch Wellenschlag verhindert wird. Fig. 149 ist die Seitenansicht es Zaunes. Die Pfählchen werden im Abstande von 1 Fuss eschlagen und ragen etwa 8 Zoll über den Boden vor. Die chtruthen bestehen aus dünnen Weidenzweigen von gleicher Länge

und Stärke, sie sind etwa $3\frac{1}{2}$ Fuss lang, so dass sie je noch etwas über den vierten Pfahl herausreichen. Man flech aber nicht einzeln, sondern immer zu dreien ein, und bei einzelnen Pfahle legt man ein neues Bund an. Wenn man die Wipfel- und Stammenden mitzählt, so befinden sich an Pfahle vier Bunde oder 12 einzelne Ruthen. Die Art des Fl ergiebt sich aus der Figur, woselbst man auch jedesm Stammenden vortreten sieht. Die Höhe des Zauns misst

Zuweilen wendet man auch andre Zäune als Schli an, die in ihrer Construction noch einfacher, aber dafür au weniger haltbar sind. Namentlich stellt man zuweilen die aufrecht neben einander mit den Stammenden in einen und wenn die wiedereingefüllte und angestampfte Erde ni reichende Festigkeit dem Zaune giebt, so unterstützt ma selben an der stromabwärts gekehrten Seite noch dadurch man in Abständen von 10 Fuss Pfählchen einschlägt und selben Stangen bindet, gegen welche die einzelnen Reis lehnen. Eine solche Anlage lässt sich aber nur im T ausführen.

Zuweilen stellt man die Reiser nicht senkrecht, sondern abwärts geneigt unter einem Winkel von 45 oder auch w von 30 Graden gegen den Horizont. Diese Art von Zäu welche man Rauschen nennt, weichen einigermaassen dem und Eise aus, und wenn sie an sich weniger haltbar s befördern sie doch zuweilen sehr merklich die Verlandun sonders auf flachen Ufern. Am Unterrhein im Preussisch sie häufig mit grossem Nutzen angewendet. Man kann s noch dadurch verstärken, dass man über die Stammenden nagelt und mehrere Reihen so nahe hinter einander stellt, d sich gegenseitig überdecken. In diesem Falle sind sie ei nichts andres, als eine todte Rauhwehre.

Man stellt endlich auch durch verschiedenartige Constru aus starkem Holze Stromregulirungswerke dar, deren mit dem der Schlickfänge übereinstimmt. Hierher gehören die Bänke, deren bei Gelegenheit der Senkkasten (§. 74) nung geschehen ist. Eine eigenthümliche Anordnung, neuester Zeit häufig in Italien Anwendung findet, verdien beschrieben zu werden, wenn gleich manche Einzelheiten

näher bekannt geworden sind. Der Zimmermeister Magistrini ovara in Piemont hatte schon im Jahre 1827 am Sissone und rn kleinen Flüssen den Uferabbrüchen dadurch Einhalt gethan, er eine vollständige Verkleidung mit Holz anbrachte, die sich dadurch von Bohlwerken unterschied, dass sie sehr flach igt und dabei ziemlich lose aufgestellt war. 1836 wurde ihm Deckung der Ufer des Po unterhalb der Einmündung des sino anvertraut und nach der Mittheilung des Ober-Ingenieur ca*) erbaute er bei dieser Gelegenheit nicht nur Uferdeckke, sondern nach demselben Systeme auch declinante Buhnen. Erfolg soll sehr günstig gewesen sein, wobei man aber nicht achtet lassen darf, dass die früheren Methoden hier wohl höchst ollkommen waren. Fig. 150 zeigt das Profil des Werkes. chte Böcke, die in den Boden eingestossen werden, sind auf Stromseite mit Dielen benagelt, und das auf diese Art künstdargestellte Ufer besteht aus zwei Flächen. Die untere, nur wach geneigte, schliesst sich an die Sohle des Bettes an und ziemlich dicht. Sie erhebt sich nur bis zum niedrigen Wassernde. Die obere dagegen ist sehr stark und ragt über das höchste sser heraus. In der letzteren schliessen die Dielen nicht dicht einander, es dringt daher nicht nur das Wasser mit Leichtighindurch, sondern auch Sand und Kiess treiben in den äussern m, woher eine starke Verlandung daselbst eintreten soll. Der re Boden wird mittelst besonderer Vorrichtungen unter Wasser enagelt. Nach spätern Nachrichten hat dieselbe Bauart auch den Ufern des Arno in Toscana Eingang gefunden und auch sehr günstige Resultate gezeigt.

§. 81.

Pflanzungen.

Für die regelmässige und vollständige Ausbildung der Ufer ausser den Hauptwerken und Schlickfängen die Anpflanzung Strauch besonders wichtig, und unter gewissen Verhältnissen ar unentbehrlich. Die Aeste und Zweige des Gebüsches hemdie Bewegung des Wassers so sehr, dass nicht nur die

*) *Annales des ponts et chaussées* 1840. *I. pag.* 37 ff.

schweren Massen, die vom Strome auf dem Boden fortgerol fortgestossen werden, liegen bleiben, sondern ausserdem auch die feinern Stoffe nieder, welche im Wasser schwebe diese bilden eine fruchtbare Erdschicht, worauf später eine Benutzungsart des neu gewonnenen Bodens möglich wird. Umständen kann der Ertrag des Strauchholzes vorthei sein, als der des Graswuchses. Die Ergiebigkeit des erster mindert sich aber mit der zunehmenden Erhöhung des und hört endlich beinahe ganz auf. Alsdann ist die Fläc Benutzung als Wiese reif geworden, und wenn sie in Fol gehörigen Regulirung des Stromes beim Hochwasser zu Ueberfluthung, aber keiner besonders heftigen Ueberströmun gesetzt ist, so wird sie nicht ferner mit Sand, wohl abe jeder Fluth mit einer dünnen Lage fruchtbarer Erde übe die ähnlich einer künstlichen Düngung einen reichen Gra veranlasst. In dieser Weise darf man es nicht als einen ansehen, wenn ausgedehnte Pflanzungen zur Seite des S oder in alten Flussarmen nach und nach verschwinden, s vielmehr nur als das Mittel anzusehn, wodurch der eige Zweck, nämlich die Ausbildung der Wiesenfläche erreicht Sie gewähren aber den grossen Vortheil, dass sie schon w dieser Uebergangsperiode einen reichen Ertrag geben.

Demnächst sind die Pflanzungen auch in sofern sehr n als der Boden durch ihre Wurzeln befestigt wird, s er einer heftigen Strömung und selbst dem Wellenschlage widersteht. Diesen günstigen Einfluss äussern die Pflan aber nicht nur auf horizontale Flächen, sondern selbst auf lich steile Böschungen und sind deshalb zur Erhaltung de vor sandigen Wiesen überaus wichtig, wovon schon oben die Rede war.

In der letzten Beziehung ist über die Pflanzungen wen sagen. Man muss die Uferränder regelmässig abgraben und dossiren, so dass sie eine dreifache oder mindestens eine fache Anlage erhalten. Hierauf werden sie durch eine lebe Spreutlage oder Rauhwehre gedeckt, welche gleich Anfangs Abspülen der Erde verhindert und sich später in eine vollstä Uferpflanzung verwandelt. Wenn der Angriff des Str oder Wellenschlages stärker ist, so kann man das Strauch

ka durch eine mässige Beschüttung mit grobem Kiese oder Ziegelsteinbrocken sichern, durch welche der Strauch hin-chwächst, während das Ausspülen des lockern Bodens verhin- wird. Bei noch heftigerem Angriffe besteckt man die Dos-ng oberhalb des gehörig befestigten Fusses mit Pflanzreisern packt die Zwischenräume sorgfältig mit groben Ziegelstein-cken oder Geschieben aus. Wenn aber ein heftiger Strom Ufer trifft oder eine frequente Dampfschiffahrt davor statt-let, so zeigen sich alle diese Mittel als ungenügend, und es ibt nur übrig, die Pflanzung aufzugeben, und das Ufer durch vollständiges Steinrevetement zu schützen. In dieser Beziehung die Einführung der Dampfschiffahrt auf manchen Strömen zu r traurigen Erfahrungen Veranlassung gegeben. Während her die Ufer solcher Ströme durch Bepflanzung vollständig ge-ützt waren, und man sich bemühte, in gleicher Weise durch-g den unregelmässigen Abbrüchen und dadurch dem Entstehen er Schiffahrtshindernisse vorzubeugen, so zeigte der Wellen-lag der Dampfschiffe bald eine so verheerende Wirkung, dass bisherigen Uferdeckungen einstürzten und die Pflanzungen gewaschen wurden. Namentlich geschieht dieses, wo der Boden leichtem Material besteht.

Bei der Anlage der Pflanzungen im bisherigen *Flussbette*, er auf niedrigen Flächen zur Seite desselben sind manche an-re Umstände zu berücksichtigen. Zunächst entsteht die Frage, welcher Höhe gepflanzt werden soll. Zum Theil hängt dieses der Wahl des Strauches ab, doch beschränkt man sich in chen Fällen wohl ausschliesslich auf die Weiden-Cultur, und n gleich einige Weiden-Arten mehr Dürre, andere mehr Nässe agen können, so gilt hierbei doch immer die Regel, dass die bepflanzende Fläche nicht viel unter der Höhe des gewöhn-en Wasserstandes liegen darf, während die Wurzeln des uches selbst beim kleinsten Wasserstande bis in den feuchten en oder in das Grundwasser herabreichen müssen. Ausserhalb er Grenzen ist das Gedeihen der Pflanzung sehr zweifelhaft, ohl es unter günstigen Umständen dennoch zuweilen erfolgt. r hohe Wasserstände verursachen aber selbst innerhalb jener nzen oft das Absterben der Pflänzlinge, besonders wenn sie h sehr jung sind. Namentlich geschieht es nicht selten, dass

ein anhaltend hohes Wasser im Frühjahre die vor Kurzem a legten Pflanzungen vollständig zerstört. Zufälligkeiten diese lassen sich nicht vermeiden, wie solche überhaupt in allen T des Strom- und Ufer-Baues sich häufig zu zeigen pflegen.

Eine andere noch wichtigere Rücksicht bezieht sich d dass man nicht durch die Pflanzungen selbst eine Stromsp veranlassen, oder einzelne tiefe Stellen für den Sand oder unzugänglich machen darf, weil in diesem Falle die beabsi gleichmässige Erhöhung und regelmässige Ausbildun Ufer unmöglich wird. Es ist hiervon bereits bei Gelegenh Anordnung der Strombauten (§. 73) die Rede gewesen. I durchaus unstatthaft, an denjenigen Stellen, welche man zu landung bringen und erhöhen will, jeden Sand- oder Kies zu bepflanzen, der bei kleinem Wasser trocken wird. Di lagerung des Materials, die daselbst eingetreten ist, zeigt d dass unter den bestehenden Verhältnissen gerade hier vo weise die Tendenz zu fernerer Erhöhung vorhanden ist wenn man dieser noch künstlich zu Hülfe kommt, so bild grosse Erhebungen, welche die Regelmässigkeit der Str stören und leicht eine vollständige Inselbildung veranlassen. besonders gilt dieses von den Sand-Ablagerungen auf und den Buhnenköpfen, deren Bepflanzung sehr häufig sogar den bruch der Buhnen verursacht. Man muss vielmehr jede Pfl im Strombette an das feste Ufer anschliessen. Ausserdem darf man auch nie vergessen, dass nur ein starker und f Strom das Material herbeiführen kann, wodurch eine noc Stelle erhöht werden soll. Die Pflanzungen müssen daher geordnet werden, dass ein ziemlich gerader und gehörig ge Weg dem Hochwasser einen ungehinderten Zutritt zu solchen Stellen gewährt, und das Wasser auch leicht von hier abfliessen kann. Entgegengesetzten Falles würde die Str bei jedem Hochwasser auf die einmalige Anfüllung besch bleiben, wovon keine merkliche Wirkung zu erwarten wäre. habe in mehreren Fällen, wo die Pflanzungen ohne Rüc hierauf vorgenommen waren, durch dieselben weite Wege und selbst flache Kanäle durch die höchsten Kiesrücken ausg lassen, und die Erfolge haben dieses Verfahren immer ge fertigt. Von wesentlichem Nutzen sind dabei aber noch l

niedrige Coupirungen, Flechtzäune u. d. g., welche die ungen an denjenigen Stellen möglichst mässigen, wo gerade stärksten Ablagerungen erforderlich sind.

Die Ausführung der Pflanzungen betreffend, so be-änke ich mich allein auf einige Bemerkungen über die Weiden-ur. Andere Holzarten, wie Pappeln, Ellern u. d. g. können r Umständen zwar auch mit Vortheil zur Befestigung der und zur Beförderung der Verlandung benutzt werden, das dengebüsch leidet aber bei anhaltenden Ueberfluthungen am igsten und lässt sich am leichtesten pflanzen, während es serdem bei gehöriger Wartung durch die langen Triebe, die lich auswachsen, eine besonders grosse Quantität Material den Faschinenbau und für neue Pflanzungen liefert. Für den sserbau ist daher vorzugsweise die Weiden-Cultur von Wich-keit.

Unter den verschiedenen Weidenarten sind einzelne den vorliegenden Zweck mehr geeignet, als andere. Man d vorzugsweise solche wählen, die leicht anwachsen, sich nell ausbreiten und ein brauchbares Strauchmaterial, so wie h Bindweiden und Pflänzlinge recht reichlich liefern. Die rbweide (*Salix viminalis*), die rothe Uferweide (*Salix pur-rea*), auch die Bachweide (*Salix helix*) werden besonders für erpflanzungen empfohlen, und sie sind auch gewiss sehr brauch-, wiewohl alle übrigen Weidenarten, wenn man jene nicht halten kann, zum Theil die beabsichtigten Zwecke gleichfalls füllen und daher unter Umständen immer mit Vortheil gewählt rden dürfen.

Das Anpflanzen geschieht ganz allgemein durch Stecklinge. eses sind Zweige von 6 bis 9 Linien Stärke und von 18 bis Zoll Länge. Die längeren Stecklinge muss man wählen, wenn zu bepflanzende Sandfeld noch tief liegt, die kürzeren ge-gen, wenn es schon höher aufgewachsen ist. Sie müssen nicht aus recht kräftigem jungen Holze bestehen, sondern auch ch geschnitten sein. Die Seitenzweige werden davon entfernt, beide Enden glatt abgeschnitten. Kann man dieselben nicht ich einsetzen, so müssen sie mit dem Stammende ins Wasser gt, oder in nasse Erde eingegraben werden, doch ist es unter n Umständen nöthig, dass nicht viel länger, als etwa eine

Woche nach dem Abschneiden aufbewahrt werden, und in bei
Jahreszeit pflegen sie selbst alsdann nicht mehr zu gedeihen. I
Pflanzen muss der grösste Theil ihrer Länge in den Boden
steckt werden, so dass sie gewöhnlich nur 4 bis 6 Zoll dar
vorragen. Gewöhnlich wird eine schmale Rinne oder ein
ständiges Loch im Boden ausgegraben, worin man sie ver
denn nur in diesem Falle lässt sich die Erde gehörig gegen
zu verdeckenden Theil anschütten und feststampfen. Bei
nassem Boden, wo der Sand nämlich leicht nachfällt, genüg
mit einem Pflanzeisen die Löcher einzustossen und die Reiser
zusetzen; bei Triebsand aber und in weichem Schlamme
man, ohne die Löcher vorher darzustellen, die Reiser unmitt
in den Boden stossen.

Am vortheilhaftesten ist es, die Stecklinge einzeln
versetzen, wodurch die ganze Fläche möglichst gleichm
bepflanzt wird, und die einzelnen Pflanzen am wenigsten
gegenseitig die Nahrung entziehn. Dabei tritt aber der Uebel
ein, dass man für jeden Steckling ein besonderes Loch dars
muss, was nicht möglich ist, wenn man nicht das Setzeisen
wenden darf. Diese Pflanzungsart lässt sich daher nur bei
liegenden nassen Sandfeldern anwenden. Wenn man sie
so pflegt man die einzelnen Stecklinge im Abstande von 1
von einander zu stellen: sie bilden alsdann in drei Richtu
Reihen, die sich unter Winkeln von 60 Graden schneiden.
der Boden etwas fester ist, so dass man das Setzeisen nicht
gebrauchen darf, weil dabei das aufgestossene Loch nicht ge
anzufüllen wäre, so muss man die Löcher mit dem Spaten
stellen. Hierbei ist noch zu beachten, dass der Boden durch
Aufgraben nicht zu sehr aufgelockert werden darf, weil er
leicht durch das Hochwasser ausgespült werden könnte.
Pflanzen geschieht alsdann in Reihen oder in Nestern.

Wählt man die Reihen-Pflanzung, so dürfen d
Reihen nicht zum Entstehen von Seitenrinnen Veranlassung ge
und müssen daher normal gegen den Strom gerichtet sein.
verursachen bei der Ueberfluthung jedesmal einen geringen
und werden deshalb oft Rauschen genannt. Man giebt die
Namen aber nicht nur den lebendigen Weidenpflanzungen, sond
bezeichnet damit auch die in ähnlicher Weise angelegten trock

oder Zäune zur Seite des Strombettes, von denen schon Rede war, und welche gleichfalls die Erhöhung des Bodens Zwecke haben. Jene Reihen von Stecklingen pflegen 6 bis ss von einander entfernt zu sein. Für jede Reihe wird ein rig tiefer und möglichst schmaler Graben ausgehoben, in wel- man die Stecklinge neben einander stellt, so dass zwischen eien ein freier Zwischenraum von 1 bis 2 Zoll bleibt. Die- lehnen sich dabei gegen die eine Grabenwand, und indem Erde hierauf wieder eingefüllt wird, muss dieselbe schichten- fest angetreten werden. Die Arbeit wird etwas erleichtert, beim Ausheben des einen Grabens, die gewonnene Erde ich in den nächst vorhergehenden geworfen wird.

Die Nesterpflanzung, auch Kesselpflanzung ge- t, unterscheidet sich von der Reihenpflanzung dadurch, dass Stecklinge nicht in geraden, sondern in kreisförmigen Reihen etzt werden. Man gräbt nämlich kreisförmige Löcher in rforderlichen Tiefe und möglichst steil aus, die oben 2½ bis ss Durchmesser haben. In dieselben steckt man die Steck- so, dass sie sich rings an die Wände des Loches lehnen: hnlich rechnet man auf ein Nest ein halbes Schock Steck- . Alsdann wird die Erde wieder eingeworfen und schichten- fest angestampft. Die Entfernung der Kessel von einan- beträgt von Mitte zu Mitte in jeder Richtung 6 bis 10 Fuss uch hierbei wird die Erdarbeit dadurch erleichtert, dass man Ausgraben eines Kessels die Erde oder den Sand sogleich nächst vorhergehenden wirft, in welchen die Setzlinge be- eingelegt sind.

Von grosser Wichtigkeit ist die Frage, in welcher Jahres- die Pflanzungen am passendsten auszuführen sind. Jeden- kann während der Dauer des Hochwassers diese Arbeit ebenso vorgenommen werden, wie im Winter, wenn der Boden ren ist. Aber auch im Sommer sind die Reiser, so lange och nicht Wurzeln geschlagen haben, zu sehr der Gefahr des cknens ausgesetzt. Man muss daher eine Jahreszeit wäh- in welcher man einige Monate hindurch weder Hochwasser, Dürre, noch auch strengen Frost erwarten darf, da auch letzterem das Reis, so lange es noch nicht Wurzeln geschla- hat, abzusterben pflegt. Hiernach sind die Pflanzungen am

sichersten in der letzten Hälfte des Monats October und der Hälfte des April. Die Frühjahrspflanzungen hält man im meinen für besser, besonders wenn sie so früh vorgen werden, dass das Strauch noch nicht ausgeschlagen ist. gegen muss man auch sehr häufig die Herbstpflanzungen len, weil alsdann der günstigste Wasserstand einzutreten auch die Arbeitskräfte gemeinhin nur in dieser Zeit in hinr dem Maasse zu beschaffen sind. Ausserdem hat man dab den Vortheil, dass die junge Pflanzung schon beim nächsten jahrs-Hochwasser vortheilhaft wirkt. Bei dringender V sung darf man sich indassen keineswegs an die ange Zeiten genau halten. Die Gefahr des Missglückens ist um so grösser, je weiter man sich von den passendste punkten entfernt, aber es fehlt keineswegs an Beispielen recht frische Stecklinge zu allen Jahreszeiten und selbst im Sommer Wurzeln geschlagen und kräftige Pflanzunge det haben.

Auf die gehörige **Unterhaltung der Pflanzunge** man in mancher Beziehung grosse Aufmerksamkeit ver Vor Allem ist es nothwendig, den Zutritt des Viehes abz weil dieses in kurzer Zeit die besten Pflanzungen zerstör eine hinreichend sichere Einfriedigung und Beaufsichtigun daher gesorgt werden. Demnächst pflegen in den Wa oder Weidenpflanzungen auch vielfache Beraubungen du Korbmacher einzutreten, und dieses um so leichter, als di des Stromes eine sehr bequeme Gelegenheit bietet, das ge Gut fortzuschaffen und zugleich die Diebe der weiteren Ver zu entziehen. Die Anstellung einer gehörigen Anzahl zuv ger **Buschwärter**, die besonders in der Nacht häufig die den besuchen, kann allein einem solchen Unfuge steuern. aber vortheilhaft, wenn die Commune oder Behörde, wel Pflanzungen ausgeführt hat, den Korbmachern in der Nä nöthigen Bedarf überlässt, um sie nicht wegen gänzlichen M an Material zum Diebstahl zu zwingen, wobei die Verwüs der Pflanzung immer sehr gross zu sein pflegen. Auch d winnung des Grases, welches in solchen Pflanzungen stelle vorkommt, ist häufig für dieselben sehr nachtheilig. We sich in grösserer Masse zeigt, so kann es freilich ohne S

ht werden, aber derjenige, der die Grasnutzung hat, ver- leicht den Ertrag derselben zum Nachtheil der Pflanzung, s ist sonach nicht als Härte zu bezeichnen, wenn jede Gras- ng in den Pflanzungen vollständig verboten und als Holz- l bestraft wird. Nur in diesem Falle kann jede von Strauchösste Stelle sogleich wieder bepflanzt werden.

In sofern die Erhöhung des Bodens durch gleichmässigen erschlag den Hauptzweck der Pflanzung bildet, muss man nders dafür sorgen, dass unmittelbar über dem Boden das hwasser oft vielfache Hindernisse findet, und keine starke nung sich daselbst bildet. Die Pflanzung darf sich daher in hochstämmige Bäume verwandeln, sondern muss immer driges Strauch bleiben. Wenn auch im ersten Falle der g an Holz grösser ist, so darf hierauf kein Gewicht gelegt len, in sofern dadurch der eigentliche Zweck verfehlt wird. Ober-Rhein giebt es Pflanzungen, wo die ziemlich entfernt nden Weidenstämme nur belaubte Kronen haben, während 8 Fuss hoch über dem Boden kein frischer Trieb sich zeigt, daher ein starker Strom bei jedem Hochwasser sich wieder tellen muss, der auch in den tiefen Wasserschlenken, die fach vorkommen, unverkennbare Spuren zurücklässt. Der en ist durch das dichte Laubdach dem Zutritt der Sonne und Luft entzogen, er bleibt daher von jeder Vegetation entblösst wenn man in diesen Wald eintritt, so giebt sich die kalte chte Sumpfluft sehr unangenehm zu erkennen. Dieselbe ver- itet sich bei gewissen Winden auch über die Nachbarschaft, die vielfachen Krankheitsfälle, namentlich die kalten Fieber, en schon die Aufmerksamkeit der Landesregierung in gesund- polizeilicher Hinsicht auf sich gezogen. Dieser Uebelstand allein dadurch hervorgerufen, dass die Pflanzung nicht den n bedeckt, und sonach die beabsichtigte Ausbildung der Ufer nur verhindert, sondern auch der Gesundheitszustand der egend beeinträchtigt wird, während Stromregulirungen sonst de im Gegentheil die Sümpfe beseitigen und die Umgebungen nder machen.

Wenn die Pflanzung sich indessen auch nicht in einen solchen stämmigen Wald verwandelt und vielmehr sich selbst über- n immer Gebüsch bleibt, so gestaltet sie sich mit der Zeit

doch so unregelmässig, dass sie ihren Zweck gleichfalls v
An der untern Weser befanden sich manche Pflanzungen die
die seit einigen zwanzig Jahren vernachlässigt, und vielleicht
betreten waren, da es nicht leicht ist, durch das hohe G
hindurchzudringen. Man sah daselbst eine grosse Anzahl
Weidenstämme auf dem Boden liegen, welche wahrscheinlich
das Eis umgeworfen waren, die aber mit ihren Zweigen au
gewurzelt hatten. Andere Stellen waren in grosser Aus
vom Strauche ganz entblösst. Eine Grasnarbe hatte si
auch hier nicht ausgebildet, vielmehr wucherten Nesseln
verschiedensten wild wachsenden Pflanzen in ganz ungewö
Grösse und Ueppigkeit auf dem fruchtbaren Boden. Dageg
die Strömung des Hochwassers tiefe Einrisse und zus
hängende Wasserzüge gebildet, welche selbst bei niedrige
serstande stellenweise nicht trocken wurden, und die Be
erweckten, dass sie sich zu vollständigen Seitenarmen um
könnten, wenn sie noch ferner sich selbst überlassen bli

Um Unordnungen dieser Art vorzubeugen, muss man
zu Zeit, und zwar so oft das Strauch, die für Faschinen
forderliche Länge und Stärke erreicht hat, die ganze P
dicht über dem Boden abtreiben. Nur wenn auf dies
die Fläche blossgelegt ist, kann man die entstandenen U
mässigkeiten bemerken und beseitigen. Wo sich Blössen
müssen Nachpflanzungen vorgenommen werden; entstande
risse werden durch Zäune oder durch Dämme geschlos
unter Umständen werden sogar die höchsten Stellen abg
und planirt. Diese Zwecke lassen sich nicht erreichen, w
die Abholzung nicht vollständig vornimmt, sondern nur das
bare Holz aussucht. Dieses Verfahren ist daher nicht zu
es stellt sich auch als das theurere heraus, weil das Auss
dabei viel mühsamer wird. Nur wenn die Schiffsleinen
Pflanzung hingezogen werden, welche an den kurz abgesch
Stämmen hängen bleiben, muss man einzelne Bündel hoh
schlanker Triebe stehen lassen, welche sich unter der Le
derlegen und dieselbe in einiger Höhe über dem Boden
fortführen, bis sie vom nächsten Bündel gefasst wird.

Je häufiger die Pflanzung abgetrieben wird, um so k
bleibt sie; in vielen Fällen erfolgt daher das Abholzen schon

nde von zwei Jahren. Will man jedoch gehörig starkes Holz nnen, so lässt man dasselbe länger wachsen, doch nach drei spätestens nach vier Jahren muss der Schlag erfolgen, weil t die Pflanzung leidet. Die beste Jahreszeit für das Schneiden Holzes ist das erste Frühjahr und zwar vor dem Aufbrechen Knospen. Wenn man aber das Holz erst im Herbste ge-cht, so kann es auch im October gehauen werden. Während Sommermonate ist es für die Pflanzung schädlich.

Wenn die Pflanzung endlich ihren Zweck erfüllt und den n bis zur Höhe des Wiesengrundes erhöht hat, so pflegt die re Erhöhung nur noch sehr langsam zu erfolgen und der ige Wuchs des Weidengebüsches hört theils aus diesem Grunde, s auch wegen der zunehmenden Trockenheit auf. An ein-n Stellen stirbt das Strauch ab, und bei gehöriger Wartung t sich daselbst ein gesunder Rasen ein, den man durch ernung des Weidengebüsches, indem man dasselbe vollständig odet, nach und nach über die ganze Fläche verbreitet, wo-h die Ausbildung der Ufer beendigt ist.

§. 82.

Strom-Durchstiche.

Der Zweck der Durchstiche und die verschiedenartigen Wir-gen derselben sind schon früher nachgewiesen. Die Durch-e pflegen auf die Beförderung der Vorfluth sehr günstig zu en (§. 26), wogegen sie die Schiffahrt leicht beeinträchtigen in Bezug auf die Uferdeckung und den Landgewinn nicht r den Vortheil gewähren, den man gewöhnlich von ihnen rtet (§. 67). Es ergiebt sich hieraus, in welcher Weise die rsuchungen anzustellen sind, welche der Aufstellung der Pro-zu Strom-Durchstichen vorangehen müssen, und es bleibt nur übrig, von ihrer Anordnung und Ausführung zu sprechen.

Bei der Anlage eines Durchstiches beabsichtigt man jedesmal, derselbe sich zum Hauptarme, und gewöhnlich sogar, dass ch zum ungetheilten Stromlaufe ausbilden soll. Seine Rich-g ist daher so zu wählen, dass in dem neuen Strombette t nur scharfe Krümmungen vermieden werden, sondern dasselbe

sich auch in der obern und untern Mündung an die nächst den Stromstrecken gehörig anschliesst.

Ferner muss der Durchstich, wenn er sich selbst aus und nur durch die Strömung verbreitet und vertieft werde ein bedeutend stärkeres relatives Gefälle als der al haben. Entgegengesetzten Falls würde in seinem ursprüngli beschränkten Profile diejenige Geschwindigkeit und Strömu nicht einstellen, welche zur Erweiterung des neuen Bettes er lich ist. Es folgt hieraus, dass der neue Lauf bedeutend k sein muss, als der alte. Welches Verhältniss zwischen Längen mindestens stattfinden muss, lässt sich nicht b bezeichnen, aber je mehr es sich der Gleichheit nähert, ungewisser wird der Erfolg und um so weiter muss die A bung oder Baggerung getrieben werden. Eine baldige und Vertiefung und Verbreitung des neuen Bettes darf man w erwarten, wenn die Länge desselben unter der halben des alten Stromlaufes bleibt.

Die erwähnten Rücksichten gelten eben sowohl für d wenn der Durchstich einfach ist, d. h. wenn er nur eine krümme abschneidet, als wenn er doppelt oder zusamme ist und er zwei entgegengesetzte Serpentinen oder mehrere schneidet. Fig. 151 auf Taf. XLII zeigt einen einfachen stich, Fig. 152 und 153 doppelte, und in Fig 154 fin bei No. 14, 15 und 16 das Beispiel eines dreifachen stiches, der zweimal das alte Strombette kreuzt. Die Ausg der zusammengesetzten Durchstiche lässt sich zuweilen etwas erleichtern, dass man zwischenliegende Theile de Strombettes benutzt, worin aber die Richtung der Strömun ändert wird, weil entgegengesetzten Falls der Durchstic zusammengesetzter wäre, sondern aus zwei einfachen be Fig. 153 zeigt ein Beispiel dieser Art.

Dass man ferner bei der Wahl der Mittellinie Durchstiches die Beschaffenheit des Terrains berücksichtig grosse Anhöhen, Baustellen, Gärten und sonstige wichtige umgehen muss, deren Ankauf oder Abgrabung die Anlag vertheuern würde, versteht sich von selbst. Ebenso m stellung des Projects auch schon auf die künftige Befestigu Ufer Rücksicht genommen werden, und man darf den Dur

t so legen, dass er bei zufälliger Erweiterung sogleich Gebäude Gefahr setzen könnte. Endlich aber verlangt die Erhaltung der rderlichen Land-Communicationen noch eine ganz besondere merksamkeit. Gewöhnlich bildet der Fluss oder Strom die nze zwischen den Fluren zweier Ortschaften, oder wenigstens chen verschiedenen Besitzungen. Bei Ausführung der Durchhe wird daher, wenn keine Aenderung im Besitzstande eintritt, nächste Zugang zu einzelnen Grundstücken abgeschnitten, und muss entweder für die eingetretene Erschwerung der Bewirthftung sehr bedeutende Entschädigungen zahlen, oder zur Erung von Brücken oder Fähren sich entschliessen. Letzteres um so kostbarer, als gemeinhin auch auf die Uebernahme spätern Unterhaltung derselben gedrungen wird. Um solchen rderungen zu entgehn, versucht man gewöhnlich die Durchhe so zu legen, dass eine vollständige Ausgleichung der zu en Seiten abgeschnittenen Grundstücke stattfindet, und dieselgegenseitig vertauscht werden können. Alsdann erhalten die chstiche andre Richtungen, als sie mit alleiniger Rücksicht auf n eigentlichen Zweck erhalten müssten, ausserdem aber pflegen Grundbesitzer dadurch auch noch nicht befriedigt zu werden, m es keineswegs auf die Ausgleichung des Flächeninhalts, sonn auch auf die Güte der Grundstücke ankommt, und dieselbe se für denjenigen, der sie verliert, angeblich immer grössern rth hat, als für den, der sie erhalten soll. Die hierbei entenden Schwierigkeiten stellen sich jedesmal sehr gross her, und gemeinhin so gross, dass die ganze Anlage deshalb rbleiben muss. Kommt sie indessen zur Ausführung, so muss Staat oder die Commune, welche sie im allgemeinen Interesse nlasst, gewöhnlich noch bedeutende Entschädigungen zahlen, jeden Einzelnen zufrieden zu stellen.

Die Breite, welche das ausgebildete neue Strombett erhalten , ergiebt sich aus denselben Untersuchungen, durch welche gegenseitige Abstand der Einbaue oder Buhnen vor beiden n ermittelt wird (§. 73). Im vorliegenden Falle erfordert diese ittelung aber eine um so grössere Sorgfalt, als die Auskung der Uferlinien, sobald der Abbruch sich bis zu denselben reckt hat, ohne Zeitverlust eintreten muss, und man nicht ich späterhin noch Aenderungen darin vornehmen und die Ufer

etwa zurücklegen oder weiter vortreiben darf. Ausserdem k[...] hierbei auch die Strömung des Hochwassers wieder in Betr[...] die Fluthen müssen nämlich in der Richtung des neuen B[...] abgeführt werden, weil dieses sich sonst nicht gehörig ausbi[...] noch auch seine Tiefe sicher behalten könnte. Es muss s[...] das Hochwasser-Profil gleichfalls die angemessene Ausdeh[...] haben. In den meisten Fällen ist diese Bedingung leicht [...] reichen, und gemeinhin findet schon vor der Ausführung der D[...] stiche, in deren Richtung zur Zeit des Hochwassers, eine [...] Strömung statt.

Nur bei kleinen Flüssen gräbt man die Durchstiche zu[...] in ihrer ganzen Breite aus, bei grösseren Strömen ges[...] dieses aber niemals, weil es zu kostbar sein würde. Die [...] ständige Verbreitung wird alsdann der Wirkung des Wassers [...] lassen, und es ist klar, dass man auf deren Eintritt um so si[...] hoffen kann, je grösser die Tendenz des Stromes ist, den [...] Weg zu verfolgen. Es kommt hierbei vorzugsweise auf den [...] schied des relativen Gefälles in beiden Stromläufen, oder a[...] Verhältniss der Längen des alten und neuen Armes an. A[...] dem ist dabei auch die Stärke des Stromes oder das relati[...] fälle selbst und die Festigkeiten des Bodens von Einfluss. [...] alte hinreichend breite und tiefe Arm zieht wegen des w[...] Profiles den Strom gemeinhin noch stark an, und der neu[...] kann nur in Folge des grössern relativen Gefälles einen [...] des Wassers aufnehmen. Dieses muss aber schnell genug [...] fliessen, um die beabsichtigte Erweiterung und Vertiefung h[...] zubringen, denn sonst unterbleibt diese Wirkung nicht nur, [...] dern es lagern sich sogar die Sinkstoffe in dem künstlich [...] deten Kanale ab, und derselbe versandet.

Die bei Gelegenheit der Stromspaltungen (§. 72) angede[...] Untersuchungen dienen zur Ermittelung der Geschwindigkeite[...] nach der Ausführung des Durchstiches sowohl in demselbe[...] in dem alten Arme eintreten werden, woraus man die Angeme[...] heit der gewählten Breite beurtheilen kann. Diese Untersu[...] ist aber wegen der Unsicherheit der zum Grunde zu legenden [...] nicht leicht, und namentlich pflegen die Profile des alten [...] so verschieden zu sein, dass man sich in Verlegenheit bef[...] einen bestimmten Werth derselben in die Rechnung einzufü[...]

erdem darf man nicht vergessen, dass die Verbreitung und efung und ebenso auch die Verflachung des Durchstiches nicht hl bei mittlerem oder kleinem Wasser, sondern gewöhnlich hohem Wasser zu erfolgen pflegt.

Historisch mag hier erwähnt werden, dass man bei grossen men den Durchstichen nur den zwölften und mitunter sogar den zwanzigsten Theil der Normalbreite giebt, so z. B. wurde Neuburger Durchstich im Ober-Rhein, nahe unterhalb der nzösischen Grenze nur in 40 Fuss Breite ausgeführt, während Normalbreite des Rheins daselbst zu 800 Fuss (Badensches ss, wobei 1 Fuss = 0,3 Meter ist) angenommen war. Der chstich schnitt indessen eine sehr scharfe Serpentine ab, der rschied im Gefälle war daher sehr gross, und die Erfahrung auch bestätigt, dass die getroffene Wahl angemessen war. kleineren Strömen und Flüssen pflegt man dagegen eine viel ssere Breite, oft von ein Fünftel, ein Drittel, oder der Hälfte Normalbreite zu wählen, so wie man zuweilen dem Durchstiche h gleich die volle Breite giebt, wodurch der Zweck ohne Zweifel sichersten und schnellsten erreicht wird.

Demnächst entsteht die Frage, ob man den auszugrabenden al genau in die Mitte des beabsichtigten neuen Strom-fes legen soll. Gewöhnlich geschieht dieses, und wenn beide en ganz symmetrisch sind, so ist gewiss kein Grund vorhanden, andere Richtung zu wählen. Nichts desto weniger tritt eine che Gleichmässigkeit nur selten ein und gemeinhin wird der chstich, wenn man für seine passende Ein- und Ausmündung t, mehr oder weniger gekrümmt werden müssen. Der Kanal alsdann gleichfalls gekrümmt, und bei eintretender Strömung er Angriff auf sein concaves Ufer stärker, als auf das convexe. weicht also schneller zurück, als dieses, und wenn man es en müsste, während das andre durch den Abbruch noch lange erreicht ist, so wäre diese Deckung schwieriger und es te sogar zweifelhaft sein, ob das convexe Ufer jemals weit g zurückweichen würde. Hiernach erscheint es angemessener, Kanal näher an das convexe, als an das concave Ufer zu n, wie dieses auch in Fig. 151 angenommen ist, indem die tirten Linien die beabsichtigten Ufer des neuen Strombettes ichnen.

Die Ausgrabung des Kanals kann nur bis zum (wasser, oder wenig darunter erfolgen. Wollte man sie fortsetzen, so müsste für Wasserwältigung gesorgt werden solche ist in thonigem Boden allerdings ausführbar, sie i so kostbar, dass man sie selbst in diesem Falle zu unte pflegt. In Sand oder Kiesgrund wird aber wegen der N Stromes der Wasserzudrang gewöhnlich so stark, dass m selbe nicht beseitigen kann. Das Grundwasser findet si in der ganzen Ausdehnung des Kanals nicht in derselbe indem es mit dem Wasserspiegel der nächst belegenen Stro übereinstimmt; es ist also am obern Ende des Kanals hö unten. Hiernach wird die Arbeit am leichtesten, wenn Ausgrabung an der untern Seite beginnt, oder sie wenigst selbst so tief herabführt, dass das Grundwasser frei abfliess Das Oberwasser muss dagegen während der Arbeit schlossen bleiben, und dieses nicht nur bei den gewö und mittleren Wasserständen, sondern auch während der weil dieselben beim Eintritt in den noch unvollendeten Kana verwüsten und die weitere Fortsetzung der Arbeit erschwer den. Man sichert daher, wie auch in Fig. 151 dargest das obere Ende des Kanals durch einen Deich, und zu g Zwecke ziehen sich zu beiden Seiten des Kanals in angem Entfernung von den Uferlinien andre Deiche hin, die spä Zweck haben, das Fluthprofil zu beschränken und dadu Strömung im Kanale zu verstärken. Dieser letzte Zwec aber nur in dem Falle vollständig erreicht, wenn auch die strömung über die zu durchschneidende Halbinsel durch eine anlage längs des alten Armes verhindert wird. Die Figu einen solchen gleichfalls an. Endlich pflegt man noch b tretendem hohen Wasser auch den Zutritt desselben in die Oeffnung des Kanals mittelst eines Deiches zu verhinder die Grabenarbeit noch einige Zeit hindurch fortsetzen z nen. Der eingedeichte Raum füllt sich indessen bald Quellwasser an, welches beim hohen Stande des Strome zu beseitigen ist. Der Nutzen dieses untern Deiches i nicht bedeutend. Die erwähnten Deichanlagen vermehren geringem Maasse die Kosten des Durchstiches, können di aber unter Umständen sogar ermässigen, in sofern sie ei

queme Gelegenheit zur Unterbringung der ausgegrabenen Erde ten.

Die Durchstiche müssen möglichst tief ausgegraben werden, letzte Vertiefung derselben nimmt man daher vor, sobald kleinste Wasserstand eintritt, und gemeinhin legt man die nze Sohle des Kanals in die Horizontale des Wasserspiegels r untern Mündung. In den meisten Fällen ist diese Anordnung ne Nachtheil, wenn aber eine starke Niveau-Differenz zwischen m Ober- und Unterwasser stattfindet, so verliert dadurch der rchstich gleich anfangs seine Regelmässigkeit, denn sobald das asser hineintritt, so ist bei der verhältnissmässig grösseren Tiefe n obern Ende die Geschwindigkeit daselbst viel geringer, als iter unterhalb. Der Angriff gegen die Ufer ist daher nicht ichmässig, und es ist sogar an der Stelle, wo die Geschwindigkeit am geringsten ist, das Entstehen von Untiefen zu besorgen. rner kann auch bei der oft übereilten, und daher unvollständigen rträumung des obern Dammes, das erwähnte grössere Profil den bersturz in die Mündung noch vermehren, denn der Wasseriegel zunächst unterhalb dieses Ueberstuzes würde sich heben, bald der Abfluss in der folgenden Strecke bei minderer Tiefe ras erschwert würde. Es ist sonach wohl angemessener, der hle des Durchstiches gleich bei der Ausgrabung dasselbe Gefälle geben, welches der hindurchgehende Strom in der Oberfläche timmt. Um dieses zu bestimmen, darf man nicht das im alten ne vorhandene absolute Gefälle zum Grunde legen, denn dieses mindert sich später, indem ein Theil der Wassermenge sogleich ch den neuen Arm abfliesst. Man kann die eintretende Sen-g des Oberwassers näherungsweise durch die vorher angetete Untersuchung finden, und hiernach die der Sohle zu gede Neigung bestimmen. Wenn der neue Arm ein starkes fälle hat, werden auf solche Weise nicht nur die Kosten der sgrabung vermindert, sondern die Strömung wird auch regelssiger, und man darf mit mehr Sicherheit auf eine gehörige sbildung des neuen Armes hoffen.

Die Seitendossirungen des ausgegrabenen Durchstiches cht man in der Regel ziemlich steil, damit sie um so leichter chen und die beabsichtigte Verbreitung befördern. Nichts desto niger darf man nicht unbeachtet lassen, dass die Dossirungen

bis zum Einlassen des Stromes sich halten müssen, und dass bei zu schnellem Einstürzen der Ufer die an sich schon sehr mässige Tiefe noch mehr vermindert wird. Es dürfte daher wohl passender sein, die Dossirungen flacher zu halten und ihnen etwa eine zwei-fache oder zwei- und einhalbfache Anlage zu geben. Eine Bekleidung derselben mit Rasen ist zwecklos, auch darf der zur Bedeckung der Deiche erforderliche Rasen neben dem neuen Bette abgestochen werden, doch muss man auch hierbei für die möglichste Gleichmässigkeit Sorge tragen.

Nachdem die Ausgrabung des Durchstiches erfolgt ist, pflegt man den Deich an der obern Mündung nicht früher, als bei höherem Wasserstande zu **durchstechen**. Bei kleinem Wasser, wo überhaupt die Strömung schon mässig ist, würde dieselbe bei der geringen Tiefe des Durchstiches auf diesen keine bedeutende Wirkung äussern, und möglicher Weise sogar die Ablagerung von Sand oder sonstige Verflachungen zur Folge haben. Sobald dagegen ein höherer Wasserstand eintritt, und der Wasserspiegel in dem alten Arme ebensowohl, wie in dem Durchstiche gleichmässig steigt, so vermindert sich der relative Unterschied der Tiefen in beiden. Das grössere relative Gefälle im Durchstiche kann sonach verhältnissmässig einen weit grössern Theil der Wassermenge diesem zuweisen, als bei kleinem Wasser. Es ist deshalb die Ausbildung des Durchstiches nur bei höherem Wasser zu erwarten. Man hat indessen gemeinhin noch die Absicht, durch einen recht kräftigen Erguss des Oberwassers die Vertiefung des Kanals zu befördern. Zu diesem Zwecke wird der Deich nicht allmälig abgegraben, sondern man bemüht sich, ihn nach und nach zu schwächen und ihn alsdann in möglichst kurzer Zeit zu durchstechen und ganz zu beseitigen. Bis dieses geschehen, ist der Durchstich noch in seiner ganzen Länge nur bis zum Niveau des Unterwassers angefüllt, und das ganze Gefälle zwischen Ober- und Unterwasser ist auf die obere Mündung concentrirt. Sobald diese frei gemacht wird, bildet sich der beabsichtigte Wasserstau. Er erzeugt zuweilen Uferbrüche, auch wohl geringe Vertiefungen, eine grosse Wirkung kann man davon aber nicht erwarten, indem er zu früh aufhört, als dass eine solche eintreten könnte. Der starke Zufluss hebt nämlich sehr bald den Wasserspiegel im Theile des Kanals, und es stellt sich in der ganzen Länge

mehr oder weniger gleichmässig vertheiltes Gefälle ein. s darf man auch nicht erwarten, dass jene Wirkungen Uebersturzes, wenn sie auch bedeutend sein sollten, lmässig und ganz nach Wunsch eintreten, da man die ung des Deiches und des schmalen Erdrückens vor der dung bei hohem Wasser nicht vollständig bewirken kann. beschriebene Verfahren hat sonach sehr grosse Mängel, len Fällen dürfte das Eintreten nachtheiliger Unordnungen ern Mündung der Durchstiche allein hiervon herrühren. eint daher zweckmässiger, schon bei kleinem Wasser- obere Mündung zu eröffnen, und durch vollständiges und Ausbaggern den Deich und den Erdrücken zu , ehe das Wasser stark hineinströmt. Dabei kann es schehen, dass vor dem Eintritt des hohen Wassers schon nge Verflachung in der obern Mündung erfolgt, diese jedenfalls weit unbedeutender sein, als wenn ein grosser Deiches nicht beseitigt würde.

Beweis für die vortheilhafte Wirkung des ersten Ergusses es in den Durchstich führt man häufig die Eröffnung en Yssel-Mündung oberhalb Arnheim an. Die Verhält- ren dabei aber ganz ungewöhnlich. Als man nämlich 1773 der Yssel eine neue, passendere Mündung gab und n über 4000 Fuss langen Durchstich zu diesem Zweck hatte, besorgte die Provinz Geldern, der Zudrang des in der Ysel würde während der Zeit, dass die alte noch wirksam blieb, zu gross werden, und bestand sonach ss vor der Eröffnung der neuen Mündung die alte ge- würde. Hierdurch verlor die Yssel, die etwa 15 Meilen allen Zufluss von oben her, und der Wasserstand in ihr h auf eine ganz unnatürliche Weise. Als endlich 1774 lussdamm der obern Mündung beseitigt werden durfte, cht nur der Durchstich selbst, sondern das ganze Fluss- h das einstürzende Wasser angefüllt werden, dieses h daher so stark durch den Kanal, dass es denselben Zeit vollständig verbreitete und vertiefte und 12 Stunden Eröffnung schon Schiffe hindurchfahren konnten.

bisher Gesagte bezieht sich im Allgemeinen auf die Durch- findet seine Anwendung ebensowohl auf die einfachen,

als auf die *zusammengesetzten*. Bei letzteren kann d zelne Durchstich, der also nur ein Theil der ganzen Anl den Strom nicht gehörig aufnehmen, weil seine obere oder Mündung unpassend situirt ist. Die gleichzeitige Eröffnu der Theile, besonders wenn sie sehr lang sind, ist aber i Fällen nicht möglich, da es oft an Arbeitskräften fehlt, grosse Ausgrabungen in kurzer Zeit zu vollenden, währe andrerseits den fertigen, jedoch noch abgeschlossenen Du zur Zeit des Hochwassers nicht mit Sicherheit vor dem E schützen kann. Man pflegt daher bei solchen zusammenhä Anlagen gemeinhin den obern Durchstich zuerst auszufüh zu eröffnen, wobei es natürlich nicht fehlen kann, dass untern Mündung desselben wegen der scharfen Krümmu starke Uferbrüche und höchst unregelmässige Strömung stehn, welche später die Ausbildung des folgenden Durc erschweren. Tritt aber der Fall ein, welchen Fig. 153 d dass nämlich ein Theil des bestehenden Flussbettes zwisc den Durchstichen beibehalten werden soll, jedoch so, d Richtung der Strömung in demselben der früheren gera gegengesetzt ist, so bleibt nichts Andres übrig, als die E beider Kanäle gleichzeitig vorzunehmen.

Nachdem die Ausgrabungen beendigt sind, kommt nächst darauf an, bei eintretendem höheren Wasserstan hinreichend starke Strömung in dem Kanale darzustellen, die beabsichtigte Vergrösserung des Profiles bald herbei und dadurch wieder die dauernde Durchströmung gesiche Ein solcher Erfolg zeigt sich gemeinhin nicht sogleich, vergeht eine lange Reihe von Jahren, bis die Ausbildu neuen Stromlaufes beginnt. Während dieser Zeit muss m die erforderlichen Aufräumungen nicht vernachlässigen, we der Kanal sich theilweise ganz schliessen und somit jed sicht auf Erfolg verschwinden würde. Man wendet indess wöhnlich noch manche andere Mittel an, um der Erwe des Profiles zu Hülfe zu kommen.

Besonders wirksam ist in dieser Beziehung die kü *Durchbrechung der Eisdecke* vor dem Eintritt de ganges. Es gelingt dadurch zuweilen, die Abführung des W durch den neuen Arm so sehr zu verstärken, dass in dem

is lange liegen bleibt und sich immer mehr anhäuft, so derselbe beinahe ganz gesperrt wird, und das Hochwasser enen Weg beinahe ausschliesslich zu verfolgen gezwungen Es fehlt nicht an Beispielen, dass in solchem Falle die stiche, wenn sie auch bisher ganz unwirksam waren, sich rzem zu Hauptarmen ausbildeten.

Demnächst versucht man auch häufig den Kanal durch künst- Auflockerung des Grundes zu vertiefen. Dieses Mittel dessen nur in dem Falle wirksam, wenn die Strömung stark ist, um den lockern Sand oder Kies fortzuführen. Da der schied der beiden Geschwindigkeiten, die zum Forttreiben gelösten Sandes und zum Lösen desselben erforderlich sind, scheinlich nur sehr geringe ist, so beruht dieses Verfahren nur darauf, dass man in der kurzen Zeit des höheren Wasser- es die Wirksamkeit des Stromes, der an sich schon den d angreift, durch Lösung grosser Massen befördert. Am tendsten stellt sich hierbei der Erfolg heraus, wenn die fei- Zwischenräume zwischen den einzelnen Körnchen mit thonigem rschlage angefüllt sind, der diese fest verbindet, aber leicht espült wird, sobald man die Erdmasse aufwühlt. Die Auf- rung des Grundes kann auf verschiedene Weise geschehn, man besondere Apparate dazu anwenden will. Hiervon soll olgenden ausführlich die Rede sein (§. 91). Häufig bedient sich dabei nur eines gewöhnlichen und zwar kleineren Schiffs- s, der an zwei Leinen gebunden ist, vor welche auf beiden Pferde gespannt sind, die ihn längs des Durchstiches hin- erziehn.

Wenn einzelne feste Thonbänke im Durchstiche vorkommen, em Angriffe des Stromes widerstehn und selbst beim Ueber- hen des Ankers nicht angegriffen werden, so muss man e kräftigere Maassregeln wählen, und durch Ausgraben Baggern sie bis zur erforderlichen Tiefe beseitigen. In cher Weise muss man auch den gewachsenen Felsboden aus- en oder durch Sprengen entfernen.

Endlich hat man häufig versucht, durch Verbreitung der rn Mündung des Durchstiches oder andere ähnliche Anord- gen den Eintritt einer grössern Wassermenge zu veranlassen. Zweck wird indessen hierbei gemeinhin verfehlt, weil die

Regelmässigkeit der Strömung dadurch aufgehoben wird, un
tielle Verflachungen und Vertiefungen entstehn, die mehr Na
als Vortheil bringen. Besonders haben die Schöpfbu
wenn sie schräge in den Strom geführt werden, häufig se
günstige Erfolge gezeigt. Fig. 155 zeigt eine solche: m
absichtigt dabei eine grössere Anzahl Stromfäden anzufange
dem Durchstiche zuzuweisen. Die Schöpfbuhne hält auch
That das Wasser etwas zurück und staut dasselbe vor sic
wodurch das absolute und sonach das relative Gefälle im D
stiche vergrössert wird. Der Erfolg dieses Staues äussert
aber keineswegs allein auf den Durchstich, sondern in gle
Maasse auch auf den alten Stromarm, und wenn dessen
beziehungsweise zu seiner grösseren Länge der Abführung
Wassers günstiger ist, so bildet sich hier in Folge dieser A
vor dem Kopfe der Buhne ein starker Ueberstuz, der hal
Tiefe daselbst noch vergrössert. Gemeinhin wird daher
Anlagen dieser Art die Strömung im alten Arme vermehrt,
der Durchfluss durch den neuen Arm sogar geschwächt. A
verhält es sich wohl, wenn man das Werk recht regelmäss
grosser Länge stromaufwärts führt, und zwar zuletzt in so
Richtung, dass es dem Stromstriche parallel ist. In dieser V
ist die Schöpfbuhne oder das Separationswerk an der Mün
des Pannerderschen Kanals angelegt, durch welches die Zu
des Rheins und der Waal regulirt sind. Solche Bauten sind
sehr kostbar, und kommen daher nicht leicht zur Ausführu

Wenn der Durchstich endlich eine starke Strömung a
nommen hat, und sich zum Hauptarme ausbildet, so darf ma
keineswegs sich selbst überlassen, vielmehr ist in dieser Zeit
ganz besondere Aufmerksamkeit auf ihn und ein kräftiges
wirken auf seine Ausbildung noch erforderlich, damit er i
halb der beabsichtigten Uferlinien bleibt und nicht etwa dies
durchbricht und sich übermässig verbreitet oder einen gan
regelmässigen Lauf annimmt. Diese Aufgabe ist so schw
dass man sie nur selten gelöst hat, und da die stärksten
brüche zur Zeit des Hochwassers eintreten, wo niedrige Ufer
nicht zugänglich sind, so ist es oft unmöglich, Unordnungen d
Art vorzubeugen. Nichts desto weniger ist es doch nothwe
jede mögliche Vorsichtsmaassregel zu diesem Zwecke zu ergre

in gehört zunächst, dass man die bestimmten Uferlinien durch gesteckte Pfähle bezeichnet, damit man genau und leicht über-en kann, ob dieselben stellenweise bedroht oder schon erreicht l. Sodann muss man noch, ehe der Abbruch sich bis zu dieser ie erstreckt hat, das zur Deckung erforderliche Material herbei-affen, oder es in der Nähe in Bereitschaft halten. In dieser hatte man nach Ausführung mehrerer Durchstiche am Ober-in auf dem Badischen Ufer vielfach die Deckung vorbereitet; r dennoch hat der Strom an vielen Stellen die Uferlinie weit rschritten. Wenn man das Steinmaterial wohlfeil beschaffen n, und daher eine Steinschüttung zur Uferdeckung wählt, so diese unter allen Umständen noch am leichtesten auszuführen.

Der Durchstich erhält bei der ersten Ausgrabung, wie er-hnt, gemeinhin nicht die volle Breite und Tiefe, man überlässt lmehr seine Ausbildung dem Strome selbst; es werden daher eutende Erdmassen dem letzteren zugewiesen, welche ohne eifel gross genug sind, um die nachtheiligsten Verflachungen orzubringen. Man vermuthet auch zuweilen, solche ausge-te Erd- oder Sandmassen in den unterhalb belegenen Strecken erzufinden, und deshalb wird die Ausführung der Durchstiche er angegebenen Weise oft als höchst gefährlich dargestellt. darf indessen nicht unbeachtet lassen, dass jeder Strom schon den Seitenzuflüssen und von den Ufern, soweit dieselben nicht hützt sind, übermässig grosse Quantitäten Material erhält, n welche die aus dem Durchstiche gelösten Erdmassen viel-t kaum in Betracht kommen. Es ist auch, soviel mir bekannt, in keinem Falle bestimmt nachgewiesen, dass durch letztere lich Verflachungen erzeugt sind. Wenn man aber die beab-tigte Veränderung des Stromlaufes vollständig ins Auge fasst, nicht nur die Vertiefung und Verbreitung eines neuen Armes, dern zugleich die Verlandung des alten berücksichtigt, so leidet einen Zweifel, dass weit mehr Material in dem letzteren sich erschlagen kann, als aus dem ersten herausgerissen wird, und ach ist der ganze Erfolg einer Regulirung dieser Art in Bezug die den untern Stromtheilen zugeführten Erd-, Sand- und smassen jedesmal mehr vortheilhaft, als schädlich.

Ebenso ist es auch noch nie nachgewiesen, dass die unter-b eines Durchstiches belegenen Ländereien nach der Ausführung

desselben höheren Ueberschwemmungen, als früher, ausgesetzt werden. Es ist bereits bei Gelegenheit der Entwässerungen (§. 25) hiervon die Rede gewesen, und angeführt worden, dass diese Besorgniss durch die Erfahrung nicht bestätigt wird. Ich habe in einem speciellen Falle, wobei dieselbe Besorgniss ausgesprochen war, durch Vergleichung der Wasserstandsbeobachtungen vor und nach der Ausführung der Durchstiche, den Einfluss derselben auf die untere Stromstrecke zu ermitteln mich bemüht; es zeigte sich indessen keine wahrnehmbare Aenderung der Fluthverhältnisse, auch war der Zeitunterschied zwischen dem höchsten Wasserstande des Stromes und seiner Seitenzuflüsse in der Mittelzahl aus allen Beobachtungen unverändert geblieben, so dass man hiernach nicht einmal zu der Annahme berechtigt wird, dass die hohen Fluthen unterhalb der Durchstiche früher eintreten, als es sonst geschah. Dieses dürfte sich aber dadurch erklären, dass das Hochwasser, welches das ganze Thal inundirt, auch vor der Anlage der Durchstiche nicht das gekrümmte Strombette verfolgt, sondern einen Weg einschlägt, der ziemlich nahe mit dem neuen Stromlaufe übereinstimmt.

Bei Ausführung von Durchstichen hat man fast jedesmal die Absicht, den alten Stromarm zur Verlandung zu bringen. Diese erfolgt zum Theil von selbst, sobald der Strom sich entschieden in das neue Bette wirft, aber eine regelmässige und vollständige Verlandung pflegt nicht anders einzutreten, als wenn man mit grosser Sorgfalt die Ausdehnung der Pflanzungen überwacht, und besonders darauf achtet, dass sie nicht etwa stellenweise sich zu sehr ausbreiten, und den Zutritt des Stromes zu andern und zwar den tiefsten Theilen des alten Bettes verhindern. Ganz allgemein zeigt sich eine sehr starke Verlandung zuerst in der obern Mündung jedes verlassenen Stromarmes, in der untern ist sie schwächer, aber doch noch merklich, in der Mitte pflegt sie dagegen ganz zu fehlen. Die Aufgabe besteht sonach darin, eine Rinne von hinreichender Capacität zur Seite der Verlandungen offen zu erhalten, durch welche das trübe Wasser ungehindert in den alten Stromarm eintreten und denselben nach und nach anfüllen kann. Der Niederschlag erfolgt jedesmal an der Stelle, wo das P[illegible] sich vergrössert, die Verlandung dehnt sich daher nach und [illegible] von oben nach unten aus, und man muss darin zuweilen [illegible]

las Weidengebüsch zurückhalten und beseitigen, sondern, die Sandflächen sich stellenweise sehr hoch erheben, darin Rinnen, oder förmliche Kanäle ausheben.

ei Regulirung des Ober-Rheins längs der Französischen ; hat man zu demselben Zwecke in den Deichen oder Cou- en besondere Oeffnungen gelassen. Diese ganze Strom- ung unterscheidet sich aber wesentlich von der bisher be- enen: sie bezieht sich nämlich nicht auf das Strombette, n auf das Stromthal. Man lässt den Rhein innerhalb des eichten Flussthales seine Ufer nach wie vor beliebig angreifen, lert weder Stromspaltungen, noch auch sonstige Unregel- keiten, sorgt aber dafür, dass das Hochwasser ziemlich ässig zwischen Deichen fliesst. Die eigenthümlichen Fluth- tnisse des Ober-Rheins, sowie die beispiellose Verwilderung tromes lassen diese Anordnung als ersten Beginn der Re- ng ganz angemessen erscheinen. Die Hochwasser, welche r Erguss des Bodensees sind, treten im Sommer ein, er- i im Vergleich zu den Anschwellungen weiter abwärts nur ehr mässige Höhe, halten aber dafür auch sehr lange Zeit)ie Verwüstungen, welche sie hervorbringen, sind daher un- i gross, und um so nöthiger war es, diesen im Interesse ckerbaues Einhalt zu thun. Ohne Zweifel wird man auch für die Darstellung eines geregelten Strombettes tragen.

ie Regulirung des Fluthstromes wird dadurch bewirkt, dass i einem gewissen gegenseitigen Abstande (250 Meter oder reuss. Ruthen) und in passenden Richtungen Deiche aus- welche, so oft sie freiliegen, auf der Stromseite bis zur les kleinsten Wassers durch Senkfaschinen mit Steinbewurf s zum Mittelwasserstande oder bis zum Wiesengrunde durch laster gedeckt sind. Diese künstliche Deckung fehlt natür- i allen Stellen, wo die Deiche auf dem Wiesengrunde liegen, ie ist nothwendig, wenn der Deich auf grosse Länge ins ette trifft, oder einzelne Arme durchschneidet. Im letzten bilden die Deiche förmliche Coupirungen, es sind darin aber ngen gelassen, die den fünften bis vierten Theil des ab- nittenen Armes zur Weite haben. Sie sind im Boden durch etten von Faschinen mit Steinbewurf gesichert und zugleich

an den Seiten gehörig befestigt. In der untern Mündung ist Arm ganz offen, um hier keine starke Geschwindigkeit zu anlassen. Durch jene Oeffnung im Deiche stürzt das Wasser grosser Heftigkeit in den Seitenarm, dessen Gefälle sich bei vollständig auf die obere Mündung concentrirt hat; sobald das Wasser über diese Stelle fort ist, so fliesst es sehr lan weiter. Stark getrübt tritt es hinein, und vollkommen klar k es unten wieder heraus. Die Verlandung ist daher ohne Zw sehr bedeutend, einzelne besonders tiefe alte Stromarme soll drei Jahren um 5 Meter sich erhöht haben.

Ich habe bereits wiederholentlich der langen Reihe von Du stichen erwähnt, welche am Ober-Rhein zwischen B und Baden ausgeführt sind. Es erscheint angemessen, über selben noch ausführlicher zu sprechen, da sie ohne Zweifel grossartigste und wichtigste Beispiel von Anlagen dieser A neuerer Zeit sind. Ich gebe ihre Beschreibung nach den wiederholter Besichtigung gemachten Wahrnehmungen und den Mittheilungen, die mir an Ort und Stelle gemacht wu Fig. 154 stellt den wichtigsten Theil dieser Durchstiche dar.

Der Rhein hat bei seinem Austritt aus der Schweiz ein starkes Gefälle, welches indessen bald sehr merklich abn so dass es sich unterhalb Strassburg auf nahe 1:2000 un der Französisch-Baierischen Grenze auf 1:3000 reducirt. W abwärts wird es immer geringer und beträgt zwischen Mann und der Hessischen Grenze durchschnittlich nur etwa noch 1:10 während es oft auf lange Strecken noch kleiner ist. Hier konnte man ohne Besorgniss, dass die Schiffahrt durch die mehrung des Gefälles leiden möchte, zur Ausführung der Du stiche unterhalb der Französischen Grenze sich entschliessen. Stromlängen und Gefälle waren vor der Ausführung der Du stiche bei mittlerem Wasser längs der Baierischen Grenze folg und zwar in Preussischem Maasse ausgedrückt:

	Länge in Ruthen.	absolutes Gefälle.	relatives Gefälle.
ıburg bis zum Wörther Durchstich . .	4301	15,20 Fuss	1 : 3396
em bis zum Germersheimer Durchstich	4700	10,42 „	1 : 5413
em bis zum Mechtersheimer Durchstich	5284	7,07 „	1 : 8966
em bis zum Angelhofer Durchstich . .	5987	6,69 „	1 : 10736
em bis zum Altripper Durchstich. . . .	4540	4,29 „	1 : 12666
em bis zur Mannheimer Brücke	4009	7,36 „	1 : 6533
elben bis zum Frankenthaler Kanal. .	2549	3,44 „	1 : 8888
selben bis zur Hessischen Grenze . . .	1646	1,53 „	1 : 12917
Neuburg bis zur Hessischen Grenze	33016	56,01 Fuss	1 : 7073

der folgenden näheren Bezeichnung der Durchstiche habe diejenigen numerirt, welche wirklich zur Ausführung ge- sind. Die Situationszeichnung Fig. 154 weist sie durch n Ziffern nach:

Der Neuburger Durchstich, ist 1817 ausgegraben und im r 1818 eröffnet. Er nahm den Strom nicht früher auf, man durch Baggern eine feste Thonbank darin entfernt etzt hat er sich vollständig ausgebildet.

Der Daxlander Durchstich, 1822 eröffnet, hat gleichfalls om vollständig aufgenommen, doch haben die Uferbrüche f beiden Seiten so weit ausgedehnt, dass man durch Buhnen allelwerke die angenommenen Uferlinien wieder darzustellen en musste.

Der Pforzer Durchstich, 1818 eröffnet, nahm erst 1824 om auf, nachdem man eine Schöpfbuhne an der obern ıg angelegt hatte. Er hat sich jetzt vollständig ausgebildet ine beiden Ufer sind regelmässig ausgedeckt.

Der Knielinger Durchstich, 1817 ausgeführt, war 1818 so weit ausgebildet, dass er als Thalweg benutzt werden Er hat sich seitdem übermässig verbreitet, woher er von Seiten aus wieder durch Buhnen beschränkt werden musste

Der Wörther Durchstich, 1819 eröffnet, und seit 1821 g, ist zwar gleichfalls Hauptarm geworden, aber es kommen

darin sehr unregelmässige Kiesablagerungen vor, auch m
die angenommenen Uferlinien namentlich auf der rechten
durch vortretende Werke wieder hergestellt werden.

6. Der Neu-Pforzer Durchstich, 1818 eröffnet, wur
1832 Thalweg, nachdem der alte Arm durch die Kiesablag
grossentheils gesperrt war. Seine Ufer haben sich regel
gestaltet und sind vollständig ausgedeckt.

Die bisher benannten Durchstiche sind übereinstimm
der 1817 zwischen Baiern und Baden abgeschlossenen Con
ausgeführt und haben sich auch sämmtlich zu Hauptarme
gebildet, während die alten Stromarme mehr oder wenig
namentlich in ihren oberen Mündungen sehr stark aufgeland

Nach jener Convention sollte auch bei Schröck ein
stich gemacht werden. Der Strom veränderte hier indess
selbst seine Ufer, so vortheilhaft, dass man durch Correction
ihm sehr nahe dieselbe Richtung geben konnte, welche f
Durchstich projectirt war. Ohne diese günstige Veränderung
bei der geringen Abkürzung, die der Durchstich bedingte, d
wahrscheinlich auch nicht leicht den Strom aufgenommen h

Den nunmehr folgenden Durchstichen liegt die Con
von 1825 zum Grunde, welche jedoch 1832 noch wesentli
ändert wurde. Veranlassung zur Fortsetzung der Arbeite
das Hochwasser im Jahre 1824, wobei der wohlthätige E
der bereits ausgeführten Durchstiche sich sehr auffallend
kennen gab.

7. Der Linkenheimer Durchstich, 1826 eröffnet, wurd
1830 Thalweg. Er ist jetzt vollständig ausgebildet und
Ufer sind gedeckt.

8. Der Leimersheimer Durchstich, 1828 eröffnet, nahm
1836 den Strom auf, nachdem eine Schöpfbuhne an seiner
dung erbaut war. Auf der rechten Seite ist er ausgedeckt,
der linken oder convexen Seite hat der Abbruch sich aber
nicht bis zu der beabsichtigten Uferlinie ausgedehnt. Er
den Stromlauf nur wenig ab.

Bei Dettenheim war auch ein Durchstich projectirt wo
der jedoch nicht zur Ausführung gekommen ist, da bei der fla
Krümmung, die er abschneiden sollte, die Regulirung durch Bal

lich erschien. Diese Stelle ist indessen auch gegenwärtig noch unregelmässig.

9. Der Germersheimer Durchstich ist 1827 eröffnet. In em untern Theile erfolgte gegen 1831 eine starke Vertiefung, gegen der feste Thonboden im obern Theile dem Angriffe des mes widerstand. Man setzte daher hier die Ausgrabung noch r fort, worauf seit 1832 die Segelschiffe hindurchgehn. Seine Breite hat er unerachtet der viel grössern Länge des alten es noch nicht angenommen, doch sind die fortgesetzten Ufer-n theilweise erreicht und ausgedeckt.

10. Der erste Rheinsheimer Durchstich, der eine starke entine abschneidet, bildete sich nach seiner Eröffnung 1827 sogleich aus. Dieses geschah erst, nachdem im nächsten auch hier eine Schöpfbuhne angelegt war. Jetzt hat er die beabsichtigte Breite erreicht, und grossentheils sind die bereits ausgedeckt.

11. Der zweite Rheinsheimer Durchstich bildete sich wegen leichten Bodens, in welchem er ausgeführt ist, viel schneller bald nach seiner Eröffnung 1826 wurde er schon befahren. volle Breite hat er aber noch nicht angenommen.

12. Der Mechtersheimer Durchstich, 1838 ausgeführt und scheinlich erst 1839 eröffnet, hat sich jetzt schon so weit eitet, dass er von Segelschiffen und Dampfschiffen durchfahren , wiewohl die beabsichtigten Uferlinien noch lange nicht er-t sind.

13. Der Rheinhauser Durchstich, erst 1840 ausgeführt, ist wenig ausgebildet, dass er Ende 1844 noch nicht durchfahren en konnte.

Der letzte Durchstich und zum Theil auch der Mechtersheimer ten ursprünglich in Verbindung mit einem folgenden, nämlich Speyrer Durchstiche, den Strom in ziemlich gerader Richtung in den Scheitel der Serpentine vor Speyer führen, wie die tirte Linie dieses ungefähr angiebt. In der spätern Con-ion wurde jedoch hiervon Abstand genommen.

14. Der Angelhofer Durchstich ist bereits 1827 ausgehoben eröffnet, da er jedoch nur wenig kürzer, als der alte Strom-ist, und der Boden überdies aus festem Thon besteht, so

hat er sich so wenig ausgebildet, dass er 1844 noch nich
den Dampfschiffen durchfahren wurde. Man hatte versch
Mittel in Anwendung gebracht, um den Strom hineinzuleiten.
auf der Zeichnung angegebene Separationswerk, das eine
Steindecke erhalten hat, wurde bereits 1836 erbaut, und ist s
erhalten worden. Da die erwartete Wirkung desselben ir
sich nicht zu erkennen gab, so hatte man in folgendem Jahr
unterhalb dieses Werkes einen Kanal aus dem Rhein nac
Durchstiche geführt, um dem letzteren eine grössere Wasse
zuzuweisen, und 1838 wurde in dem Durchstiche recht
gebaggert.

15. Der Ottenstädter Durchstich, 1832 eröffnet, nah
Strom in wenig Jahren auf und wurde 1838 schon befahr
hat sich jetzt noch nicht vollständig bis zu den bestimmten
linien verbreitet.

16. Der Ketscher Durchstich, mit dem vorigen glei
eröffnet, und wie jener in ziemlich leichtem Boden ausgefül
bei der starken Verkürzung des Stromlaufes sich viel sc
und vollständiger ausgebildet. Das linke Ufer ist durchw
einer Steindossirung versehen und zum Theil ist auch bere
rechte Ufer ausgedeckt.

Unterhalb dieses Durchstiches wendet sich der Rhein
rechts und umströmt in einer überaus scharfen Biegung da
rische Dorf Altripp. Hier war gleichfalls ein Durchstich pr
worden, der gewiss besonders vortheilhaft gewesen wäre. D
ist indessen nicht zur Ausführung gekommen, weil bei d
genommenen Grundsatze, dass die Durchstiche als Thalweg
die Landesgrenze bilden sollten, das benannte Dorf an das
herzogthum Baden hätte übergehen müssen.

In der Fortsetzung dieses Durchstiches sollte nach der
Convention auch der Neckarauer Durchstich zur Ausführung k
der den Rhein in ziemlich gerader Richtung bis vor Ma
geführt haben würde. Er ist indessen ebenso, wie jener,
blieben, und konnte ohne denselben auch nicht füglich dar
werden, denn eines Theils würde er keine passende Einm
erhalten haben, andern Theils aber fehlte es auch an
Aequivalent für das in diesem Falle an Baiern fallende

n bei allen übrigen Durchstichen eine gegenseitige Ausgleichung bgeschnittenen Inseln stattfand.

17. Der Friesenheimer Durchstich unterhalb Mannheim ist etzte und zugleich der längste von allen. Seine Länge beträgt Badensche Fuss oder 1195 Ruthen, er trifft überall in einen n Thonboden, und dieser Umstand, verbunden mit der unzu-enden Abkürzung des Stromlaufes, ist wohl die Hauptursache, r es sich bisher so wenig ausgebildet hat. Er wurde 1828 net, kann aber bis jetzt noch nicht von den Dampfschiffen fahren werden, wiewohl bei höherem Wasser die Segelschiffe, he nicht in Mannheim anlegen, hindurchgehn. Im Jahre 1838 die obere Mündung des Durchstiches wieder geschlossen und gab ihm durch Ausbaggern eine etwas grössere Tiefe. serdem hatte man damals noch eine andere eigenthümliche An- ausgeführt, die ohne Zweifel mit diesem Durchstiche in Be-ung stand. Bei allen andern Durchstichen ist nämlich der alte mlauf nicht geschlossen worden, indem man die Schliessung elben dem Strome überliess, der auch jedesmal, sobald er das kürzere Bette verbreitet und vertieft hatte, das alte verflachte wenigstens dessen beide Mündungen bald zur Verlandung hte. Dicht unter der obern Mündung des Friesenheimer Durch-hes war dagegen der Rhein durch einen Faschinendamm künst- gesperrt, über welchen der Strom so heftig hinüberstürzte, s die Schiffahrt im eigentlichen Strombette unterbrochen war. Durchstich war gleichfalls noch nicht zu passiren, und so ssten alle Schiffe in dem engen Kanale längs des rechten Ufers ren, wo eben wegen jener Coupirung eine überaus heftige ömung sich gebildet hatte. Dieser Kanal, auf der Stromseite ch ein Parallelwerk aus Faschinen abgeschlossen, war 12 bis Ruthen breit; er erstreckte sich von dem Unterwasser der upirung bis nahe an die Mannheimer Schiffbrücke, woselbst sich trichterförmig erweiterte. Seine Länge betrug etwa 530 euss. Ruthen.*) Der erwähnte Kanal existirt noch, die Cou-rung ist indessen verschwunden.

*) Man findet diese Anlage auf der Charte angegeben, welche der nkschrift des Bau-Directors Rochlitz beigefügt ist. Der Titel dieser

In Betreff des Friesenheimer Durchstiches muss noch erwäh werden, dass derselbe den Neckar nicht aufnimmt, indem er etwa 350 Pr. Ruthen oberhalb der Mündung des letzteren vom Strom abgeht. Dieser Umstand ist gewiss für seine Ausbildung sehr nachtheilig.

Endlich führe ich noch an, dass auch im Grossherzogl Hessischen Gebiete eine sehr bedeutende Serpentine des Rhein Darmstadt gegenüber, durch den Durchstich am Geyer im Jah 1828 abgeschnitten ist. Dieser Durchstich hat zwar bei der stark Abkürzung des Stromlaufes die Strömung aufgenommen, ab gleichwohl noch nicht die volle Breite erhalten.

§. 83.

Coupirungen.

Wenn man von zwei Stromarmen einen schliessen will, geschieht dieses entweder durch Anlagen, welche die Ströme darin mässigen und sonach die Verlandung befördern, oder die unmittelbare Sperrung des Armes mittelst eines oder mehrer hoher Dämme, die man quer hindurchlegt. Gewöhnlich wählt m das letzte Verfahren, wiewohl es in der Ausführung und im Erfolg sehr zweifelhaft ist. Schemerl sagt daher schon, dass in der Hydro technik hiervon eigentlich gar nicht mehr die Rede sein dürfte.

Die erste Methode ist, wie bereits (§. 72) erwähnt, durchau sicher und bei gehöriger Aufmerksamkeit auf das Verhalten d Stromes von den Uebelständen der letzten frei. Wo eine Strom spaltung sich gebildet hat, hängt die Stärke des Stromes in jede Arme von dessen Capacität ab, d. h. von der Leichtigkeit, wom das Wasser sich darin bewegt. Diese wird durch die Grösse d Querprofile und durch das relative Gefälle bedingt. Da aber bei Arme zusammen die ganze Wassermenge des Hauptstromes a führen, so vermehrt sich die Capacität des einen in demselb Maasse, wie man die des andern beschränkt. Der Umstand, d

---

Schrift ist: „Erwiderung der von dem Ingenieur General von Traitt „herausgegebenen Denkschrift über den Freihafen bei Mannheim, v „Wasser- und Strassenbau-Director Rochlitz. Carlsruhe 1836.“

[die] Arme neben einander bestehn und sich oft Jahrhunderte lang [neben] einander erhalten, zeigt, dass keiner eine überwiegende [Ten]denz hat, den ganzen Strom aufzunehmen. Eine künstliche [Ein]wirkung auf weitere Oeffnung oder Verengung des [ein]en Armes pflegt daher gemeinhin, wenn sie auch an sich ziem[lich] geringfügig ist, schon das bisherige Gleichgewicht aufzuheben. [So]bald man demjenigen Arme, den man zum alleinigen ausbilden [will], durch Correction der anschliessenden Stromstrecken das Wasser [gün]stig zuweist, und es ohne scharfe Krümmung am untern Ende [wie]der abführt, und zugleich in dem andern Arme an allen Stellen, [wo] sich Verlandung zeigt, diese befördert; so vermehrt sich die [Strö]mung im ersten Arme und vermindert sich in dem letzten. [Hie]rdurch ist die Veranlassung zur weiteren Verstärkung des An[griff]es und sonach zur ferneren Ausbildung von jenem gegeben, [wäh]rend in gleichem Maasse erfolgt die Verflachung in diesem. Auf [dies]e Art kann man oft durch unbedeutende Anlagen das bisherige [Gleich]gewicht zwischen beiden aufheben und die beabsichtigte Um[gestal]tung herbeiführen. Nach dem, was schon früher hierüber [gesag]t ist, werden die vorstehenden Andeutungen genügen, um [die] passenden Anordnungen jedesmal nach den besonderen Local[verh]ältnissen zu treffen. Man muss dabei aber wieder die Bau[ten] und Pflanzungen so anlegen, dass das Hochwasser zu den [] zu erhöhenden Stellen immer freien Zutritt behält (§. 82).

In Betreff der eigentlichen Coupirungen, auch Enklanungen genannt, oder der künstlichen Durchdämmungen [der] Stromarme entsteht zunächst die Frage, in welcher Höhe [man] sie anlegen soll. Ganz wasserfrei, also so hoch, dass sie [] bei den höchsten Anschwellungen nicht überfluthet werden, [kann] man sie schon aus dem Grunde nicht erbauen, weil das [Terr]ain zu beiden Seiten, an welches sie sich anschliessen müs[sen], diese Höhe gewöhnlich nicht hat. Ausserdem aber würde eine [solc]he Anordnung auch die Verlandung des Armes verhindern. [Bei] Anwendung des Faschinen- oder Packwerksbaues, wenn der[selb]e nicht etwa durch eine schwere Steindecke gesichert werden [soll], muss eine bestimmte Höhe gewählt werden, nämlich die[jeni]ge, in welcher die Weidenpflanzung gedeiht, welche die Krone [der] Coupirung sichern soll. Bei Steinschüttungen ist eine be-

stimmte Höhe nicht geboten und man kann diese beliebig w
Am angemessensten ist es alsdann, die Coupirung nied
halten, und sie nur wenige Fuss über der Sohle des S
armes vorragen zu lassen. In diesem Falle bewirken die
pirungen nicht mehr eine plötzliche Sperrung der Arme, s
sie verengen nur deren Profil und vermindern ihre Capacit
sind daher keinen starken Angriffen ausgesetzt, dürfen
auch nicht so fest sein, wie bei grösserer Höhe. Sie be
aber dennoch die Verlandung, besonders in den obern T
der Stromarme, indem die schweren Stoffe, die der Stro
beiführt, davor liegen bleiben. Man kann sie daher später
erhöhen, und dadurch nach und nach mit viel geringeren
den Zweck vollständig erreichen, als wenn man sie sogle
zur vollen Höhe angeschüttet hätte.

Dieses Verfahren kann freilich nur da gewählt werde
das Steinmaterial in hinreichender Masse und Grösse
zu beschaffen ist. Man schüttet dabei den Damm am vorth
testen unterhalb der tiefsten Stellen im Arme auf und sorgt
dass der Rücken der Schüttung in gleichmässiger Höhe sich
den Fluss zieht, während er nur wenige Fuss über die Soh
natürlichen Bettes vortritt. Bei geringer Tiefe wird der
niedriger gehalten, entgegengesetzten Falles aber höher, d
muss eine gewisse Beschränkung des Profils erfolgen, die
so bedeutend sein darf, dass sie einen förmlichen Wasse
verursacht, sondern nur in der vorhergehenden Strecke e
Stau erzeugt. Die obere Dossirung dieses Dammes mag zi
steil sein, die untere muss man aber recht flach halten, so
sie nach Maassgabe der Stärke des Stromes die dreifache bis
fache Anlage erhält. Wäre sie steiler, so würden die i
Krone liegenden Steine leicht fortgetrieben werden. Die
selbst darf, wenn sie in dieser Weise sich an eine flache
Böschung lehnt, nur eine geringe Breite von 3 bis 6 Fuss

Diese ganze Anlage wird unter Wasser ausgeführt.
dazu erforderliche Steinquantum kann man leicht vorhe
mitteln, und beim Auswerfen der Steine muss man durch
gesetztes Peilen sich davon überzeugen, dass das beabsic
Profil recht regelmässig gebildet wird.

Es könnte noch die Frage entstehen, ob es nicht vortheil-ter wäre, solche Coupirungen auf recht flache Stellen zu legen, l die gleiche Steinmasse alsdann ohne Zweifel eine grössere engung des Strom-Profils verursachen würde. Diese Ver-gung vermehrt indessen die Strömung, und wenn der Arm an dern Stellen noch weit geöffnet und das Gefälle daselbst nur ringe ist, so concentrirt sich über einer solchen Coupirung cht der grösste Theil des Gefälles, und es bildet sich ein hef-er Wassersturz, der die Tiefe unterhalb noch vermehrt, also s Profil vergrössert, und für das Werk selbst gefährlich wer-n kann. Wenn man dagegen eine tiefere Stelle wählt, so wird s Gefälle auf einem Punkte verstärkt, wo es früher nicht be-utend war. Es vermindert sich alsdann über den flachern Stellen d dadurch wird auch die Wassermenge geringer, welche über se tritt, d. h. die Strömung wird in diesem Arme mässiger als her, und verstärkt sich sonach in dem andern.

Am schwierigsten wird die Ausführung der Coupirungen, n der Stromarm bei kleinem Wasser **vollständig geschlos-n** werden soll. Das Gefälle concentrirt sich alsdann beinahe z an der Stelle, wo die Coupirung liegt, und der starke Was-ruck erzeugt, wenn der Bau beinahe vollendet ist, eine sehr ige Strömung, und eben so heftig ist der Ueberstурz, wenn ter ein höherer Wasserstand eintritt. Diese Umstände bedingen e besondere Aufmerksamkeit bei der Anordnung und Ausfüh-g solcher Coupirungen. Man kann freilich die Gefahr vor r spätern Zerstörung dadurch wesentlich ermässigen, dass n statt **einer** Coupirung deren **zwei** oder noch **mehrere** der einander anlegt, wodurch das Gefälle vertheilt wird. Es arf indessen kaum der Erwähnung, dass die Kosten der An-e in gleichem Verhältnisse zunehmen. Bei reissenden Strömen r bei grosser Länge der Arme ist man freilich gezwungen, hrere Coupirungen anzulegen, weil die einzelnen selbst bei sser Kronenbreite und flacher untern Dossirung nicht den gehöri-n Widerstand leisten, und beim Hochwasser durchbrochen werden. der Mosel hat sich diese Nothwendigkeit vielfach herausgestellt.

Wenn man nur eine Coupirung ausführen will, und zwar solcher Höhe, dass die Strömung bei kleinem Wasser dadurch

vollständig unterbrochen wird, so fragt es sich, an welcher Stelle sie am vortheilhaftesten anzulegen ist. Im mittleren Theile des Armes ist die Tiefe gemeinhin am grössten, wogegen beide Mündungen weniger tief zu sein pflegen. Der Bau ist daher in den meisten Fällen wohlfeiler, wenn man den Arm oben oder unten abschliesst. Man wählt aber gewöhnlich die untere Mündung, weil man annimmt, dass dadurch die Verlandung am meisten befördert wird. Diese Ansicht ist ohne Zweifel gewissermassen richtig, denn alle diejenigen schweren Stoffe, welche sich nur längs des Strombettes fortbewegen, werden die steile obere Dossirung des Werkes nicht ansteigen und sonach vor derselben liegen bleiben. Sie können also den am untern Ende abgeschlossenen Arm während der Durchströmung des Hochwassers anfüllen, wogegen sie, wenn die obere Mündung durchbaut wäre, in diesen Arm gar nicht gelangen würden. Man darf indessen bei hohen Coupirungen ein starkes Eintreiben des schweren Materials in den geschlossenen Arm überhaupt nicht erwarten, denn dieses kann immer nur durch eine heftige Strömung hineingetrieben werden, und eine solche wird eben durch die hohe Coupirung verhindert. So lange diese mit ihrer Krone über Wasser liegt oder nur schwach überströmt wird, fehlt die Strömung in diesem Arme ganz oder ist doch nur sehr geringe. Sie verstärkt sich erst, wenn das Hochwasser die Krone weit überfluthet, aber auch alsdann bleibt sie gemeinhin viel geringer, als im andern Arme, wohin dennoch die schwersten Steine und der gröbste Kies nicht hineinkommen.

Sodann findet man einen Vortheil der Durchbauung der untern Mündung auch darin, dass die Vertiefung oder Auskolkung, welche das Hochwasser beim Uebersturz erzeugt, nicht mehr den Arm trifft, den man zur Verlandung bringen will, sondern vielmehr den ungetheilten Strom. Dabei muss aber darauf aufmerksam gemacht werden, dass es bei der Wahl der Baustelle vorzugsweise darauf ankommt, die Coupirung auf beiden Seiten an feste Ufer anzuschliessen, damit nicht etwa ein Durchbruch zur Seite erfolgt. Hiernach ist fast niemals die Gelegenheit vorhanden, das Werk an die untere Spitze der Insel anzuschliessen. Die durch den Uebersturz erzeugte Vertiefung

dennoch in den abgeschlossenen Arm. Hiernach dürfte die zwischen der obern und untern Mündung auf die Verlan- keinen wesentlichen Einfluss haben: nichts desto weniger dert sie in andrer Beziehung grosse Vorsicht und Ueberlegung, lie leichte Ausführung und die Sicherstellung des Werkes Theil von ihr abhängt.

Vorzugsweise kommt dabei das Gefälle in Betracht, welches em zu coupirenden Stromarme liegt. Dasselbe vergrössert sogar etwas, sobald die ganze Wassermasse durch den an- Stromarm fliessen muss. Fig. 156 *a* zeigt eine Insel nebst beiden Stromarmen, von welchen der linke geschlossen werden Im letzten sind zwei Coupirungen angedeutet, die eine am n, die andre am untern Ende. Wenn man nur eine Coupi- ausführt, wird sich an derselben bei kleinem Wasser das e Gefälle concentriren, weil die Strömung in dem Arme voll- dig aufhört, und sonach dessen obrer und untrer Theil sich as Niveau des Stromes vor und hinter der Insel stellen. Legt die Coupirung oben an, so hat man im ganzen Arme Unter- ser; dagegen hebt sich der Wasserstand darin bis zum Ober- ser, wenn die Coupirung neben der untern Mündung erbaut l. Liegt der untre Theil der Insel unter dem Oberwasser, wie . 156 *b* im Längenprofile zeigt, so verbietet sich dadurch schon Verlegung des Werkes an die untre Mündung, weil alsdann Wasser über die Insel abfliessen würde. Aber wenn dieses h nicht geschieht, so entsteht dennoch die Frage, ob der ere Wasserstand, der in diesem Falle sich einstellt, vielleicht Ertrag der Insel oder des Ufers beeinträchtigen kann. Be- ndet sich eine solche Besorgniss, so muss man entweder das rk weiter heraufrücken, oder durch Eindeichungen dem nach- ligen Einflusse der Anspannung des Wassers begegnen.

Auch die Höhe der Coupirung ist von der Wahl der Bau- lle abhängig. Will man die Krone des Werkes etwa zwei ss über den niedrigsten Wasserstand legen, so hat man bei rchbauung der obern Mündung diese Höhe zu berücksichtigen. nn man dagegen die Coupirung in der untern Mündung aus- ren will, so muss die daselbst ermittelte Höhe noch um das fälle vergrössert werden, welches bei dem angenommenen Was-

serstande in dem Arme stattfindet. Wenn daher in dem
nicht geschlossenen Arme die Wassertiefen oben und unten g
gross sind, so muss die Coupirung, falls sie unten erbaut
eine Höhe erhalten, die um das ganze Gefälle des Armes gr
ist, als diejenige, welche für die obere Mündung genügen w
Der Mehrbedarf an Material ist in diesem Falle um so be
tender, als auch die Dossirungen bei gleicher Kronenbreite u
weiter vortreten.

Eine andere besonders wichtige Rücksicht bei der Wahl
Baustelle ist diese, dass das Werk zu beiden Seiten sich an
hörig hohe und feste Ufer anschliessen muss. Dies
müssen höher sein, als die Krone der Coupirung, damit
stärkste Strom bei hohem Wasser im alten Arme bleibt
nicht etwa, durch die Coupirung unterbrochen, sich seit
über die Wiesenfläche oder über Sandfelder ergiesst. Der
Erfolg würde aber auch eintreten, wenn die Coupirung sich
gegen ein hohes, ganz unbefestigtes Sandfeld lehnte, das
Angriffe des Stromes keinen Widerstand leisten könnte. Es
schieht nicht selten, dass diesen Bedingungen nicht zu gen
ist, indem die Insel aus einer niedrigen, oder wenigstens
gehörig bewachsenen Sandablagerung besteht. Will man als
dennoch die Coupirung in grösserer Höhe ausführen, so b
nichts übrig, als durch passende Pflanzungen die Insel beso
vorzubereiten und den gehörigen Anschlusspunkt künstlich zu
den. Dabei wird aber auch darauf Rücksicht genommen we
müssen, den Uebersturz des Wassers über die Insel zu ver
dern und sonach auf derselben, und zwar in ihrer ganzen Lä
einen erhöhten Rücken darzustellen.

Die Richtung der Coupirung wird gemeinhin gerade,
zwar normal gegen den Strom angenommen. Zuweilen i
Absicht, die ganze Insel abtreiben zu lassen, indem die beab
tigte Uferlinie des ungetheilten Stromes in die Nähe des
Armes trifft. In diesem Falle würde die Coupirung sich s
in eine Buhne verwandeln. Man giebt alsdann dem Werke h
eine solche Richtung, wie sie nach dieser Veränderung am
sendsten sein würde, also stromaufwärts gekehrt, wie eine i
nante Buhne. Hierbei entsteht aber anfangs der Nachtheil,

Ueberstürz des Wassers über das schräge Werk das Ufer der el stark angreift, und leicht einen Durchbruch verursachen nn. Vortheilhafter ist es daher, das Werk so zu erbauen, dass den nächsten Zweck vollständig erfüllt, später aber, wenn die el durch den Angriff von der andern Seite her abgebrochen, noch andre Bauten auszuführen, die wieder dem spätern Befnisse entsprechen.

Derselbe Grund, der für Buhnen die inclinante Richtung vorgsweise empfiehlt, spricht auch dafür, die beiden Enden der upirung stromaufwärts zu kehren, oder die Coupirung selbst gleicher Weise, wie es zuweilen bei Wehren geschieht, in em stromaufwärts gekehrten Bogen zu erbauen. Fig. 157 Taf. XLIII zeigt diese Anordnung. Man erreicht dabei den ssen Vortheil, dass die Ufer durch das überstürzende Wasser t leiden, dasselbe vielmehr von beiden Seiten nach der Mitte Bettes gewiesen wird.

Wenn die Coupirungen zugleich als Leinpfadsdämme en, in welchem Falle man sie auch Leinpfads-Coupigen nennt, dürfen sie sich von der Richtung des Fahrwas- nicht weit entfernen, weil sonst die Pferde einem zu starken ge von der Seite ausgesetzt und leicht herabgerissen werden nten. Man muss alsdann die Coupirungen sehr schräge über zu schliessenden Arm führen, wobei es nicht fehlen kann, dass an ihrem obern Ende überstürzende Wasser entweder die Insel r das Ufer trifft und hier starke Abbrüche verursacht. In chem Falle dehnt sich der Uferbruch häufig so weit aus, dass Coupirung vom Ufer getrennt wird, und der Strom hinter er Wurzel in den abgeschlossenen Arm fällt. Man verhindert eses am einfachsten durch das Anschlusswerk A Fig. 158, weles das Hauptwerk unterstützt und das Wasser so weit staut, ss jener gefährliche Ueberstürz aufhört.

Um dem Angriffe des Ufers und der Insel vorzubeugen und n überstürzenden Strom möglichst in die Mitte des Bettes zu isen, pflegt man auch die Coupirung in ihrer ganzen Länge ht in gleicher Höhe auszuführen, sondern sie in der Mitte was zu senken, so dass sie hier ungefähr um einen Fuss

tiefer liegt, als an beiden Enden. Jedenfalls müssen aber auch diese niedriger, als die Ufer sein.

Die Construction solcher Coupirungen, die über das kleinste Wasser vorragen, stimmt mit der bei Gelegenheit des Buhnenbaues beschriebenen sehr genau überein. Die Schwierigkeiten in der Ausführung und Unterhaltungen der Coupirungen sind aber weit grösser. Man muss daher jede mögliche Vorsicht anwenden, um eines Theils während des Baues den Wirkungen des heftigen Stromes zu begegnen und namentlich eine starke Vertiefung des Bettes zu verhindern, andern Theils aber auch um das fertige Werk vor einem Durchbruch zu sichern. Ein solcher ist besonders in Folge der Auskolkung an der untern Seite durch den Ueberstürz des Wassers zu besorgen.

Die massiven Coupirungen bestehen im Innern aus einer losen Steinschüttung, und sind in der Krone und im obern Theile der Dossirungen gepflastert. Auf grosse Kronenbreite kommt es bei ihnen weniger an. Die Breite von 6 oder höchstens von 12 Fuss dürfte daher in allen Fällen genügen. Am meisten sorgt man für ihre Sicherheit, wenn man die stromabwärts gekehrte Dossirung recht flach hält und derselben eine vierfache oder mindestens dreifache Anlage giebt. Ausserdem darf ein Sturzbette zur Sicherung des Fusses dieser Dossirung nie fehlen, welches nach Umständen eine Breite von mehreren Ruthen erhält. Dasselbe muss so tief liegen, dass das abfliessende Wasser keinen neuen Sturz bildet. Dieses Bette senkt sich aber gemeinhin nicht unbedeutend, indem das herabstürzende Wasser den Sand und Kies darunter fortspült. Dasselbe kann daher bei der ersten Anlage, und zwar besonders wenn die Wassertiefe nur geringe ist, nicht sogleich in der erforderlichen Stärke dargestellt werden, und muss später, sobald es sich gesenkt hat, noch erhöht werden. Es ist aber nothwendig längere Zeit hindurch für die Unterhaltung dieses Sturzbettes Sorge zu tragen, weil hiervon vorzugsweise die Sicherheit der ganzen Coupirung abhängt. Die obere Dossirung kann man steiler machen: dabei kommt es nur darauf an, dass die Steinschüttung fest liegt und hierzu ist die zweifache, oder bei lagerhaften Steinen schon die ein und einhalbfache Anlage genügend. Endlich ist noch zu erwähnen, dass eben so wie bei den Steinbuhnen, in der

es kleinsten Wassers Bankette angebracht werden müssen, welche das Pflaster sich lehnt.

Betreff der Ausführung der massiven Coupirungen ist zu erwähnen. Die Anwendung von feinem Material ist tatthaft, weil der starke Wasserdruck davor den im Werke hlossenen Sand fortspülen könnte. Sobald aber die obere cke und das Pflaster ihre Unterstützung verlieren, so ver- sie und es ist dadurch die erste Veranlassung zur Zer- des Werkes gegeben. Besteht dagegen der ganze innere aus grober Steinschüttung, so dringt freilich das Wasser die weiten Zwischenräume derselben noch stark hindurch: Werk selbst ist dieses aber ohne Nachtheil, indem keine erung darin vorgeht und kein Theil desselben fortgerissen kann. Der dadurch veranlasste Wasserverlust des Haupt- kann freilich unter Umständen nachtheilig erscheinen, man t demselben aber sehr leicht, wenn man nach Beendigung upirung die obere Dossirung mit einer Sand- oder Erd- g überdeckt.

der Bau ausserordentlich erschwert wird, wenn während Ausführung eine starke Vertiefung eintritt, so muss eine Vorsicht angewendet werden, um dieses zu verhindern. daher ganz unpassend, die Schüttung des Steindammes in vollen Höhe an beiden Enden zu beginnen und in der um Schlusse zu bringen, oder ihn von einem Ende bis dern in voller Höhe darzustellen. Bevor eine starke Be- ung des Profils erfolgt, muss vielmehr der Grund voll- gesichert sein, was durch Steinschüttungen sehr leicht zu n ist. Versäumt man dieses, so vergrössert sich die Tiefe noch nicht geschlossenen Durchflussöffnung, und ein sehr nder Mehrbedarf an Material und Arbeitskräften ist die eibliche Folge einer solchen fehlerhaften Anordnung des Dieselbe wäre nur zulässig, wenn das Bette aus gewach- Felsen bestände. Am angemessensten ist es aber, durch st gleichmässiges Anschütten von Steinen ein festes Grund- urch den ganzen Strom und zwar in der Breite der Cou- mit Einschluss des Sturzbettes darzustellen. Besorgt man, ennoch eine Ausspülung erfolgen möchte, so kann man an

derjenigen Stelle, wo man den Damm zum Schlusse bring
diese Schüttung besonders stark machen, oder auch recht
Steine daselbst verwenden. Es ist aber bei gehöriger
des Baues nicht schwer, die Schüttung bis zur Vollend
ganzen Dammes immer in gleicher Höhe zu erhalten,
nach die Concentrirung des Stromes auf eine einzelne Ste
zu vermeiden.

Bei losem Boden pflegt die Steinschüttung anfangs se
zu versacken und die einzelnen Steine dringen oft tief
Bette ein. Um dieses zu verhindern, pflegt man ein B
oder eine Senklage (§. 79) vor Ausführung der Steins
als Fundament derselben quer durch den Strom zu lege
ses bedarf keiner besondern Beschwerung, doch muss m
Theil der Steinschüttung sogleich aufbringen.

Bei festem Boden, und besonders wenn starken Aus
gen durch Anbringung einer Senklage vorgebeugt ist, pfl
Sacken der Steinschüttung einzutreten; es ist daher ang
nach der Vollendung des inneren Theiles die Abpflaster
gleich auszuführen, wodurch das Werk einen wesentlichen
gegen Beschädigungen erhält. Hierzu muss jedoch der
des niedrigen Wasserstandes abgewartet werden.

Wenn das Steinmaterial sehr theuer ist, und Faschine
zu beschaffen sind, wie dieses im nördlichen Deutschlande
hin der Fall ist, pflegt man die Coupirungen in Packwe
zuführen. Es gelten alsdann noch dieselben Regeln in
der Lage, Richtung und Höhe des Werkes, wie für den S
Nur wenn keine Steindecke angebracht werden soll, m
Höhenlage so bestimmt werden, dass das Strauch auswachse
Die Kronenbreite pflegt man in diesem Falle viel grösser
nehmen und sie mindestens der ganzen Höhe des Werkes
oft aber noch um die Hälfte grösser zu machen. Es be
sich diese Vorsicht durch das geringe specifische Gewicht des
und durch den Umstand, dass beim reinen Faschinenbau di
sirungen nur die einfache Anlage erhalten können. Aus
ist die Anbringung eines Sturzbettes auch bei dieser Constru
art sehr nöthig, um ein tiefes Auswaschen des Grundes
unterhalb der Coupirung zu verhindern. Das Sturzbett

r wegen seiner tiefen Lage nicht anders als durch Steine be-
wert werden.

Was über die Sicherung des Flussbettes gegen ein Auswaschen ährend des Baues bereits bei Gelegenheit der Buhnen gesagt ist, t ganz besonders auch von denjenigen Coupirungen, die aus ckwerk bestehn. Die Ausführung von Senklagen oder auch hl von Senkstücken ist hierbei ganz angemessen und oft sogar thwendig, aber zur Beschwerung derselben muss immer gröberes aterial benutzt werden, weil der zur Zeit des Schlusses der upirung eintretende heftige Strom den Sand und selbst den Kies treiben und die ganze Bettung zerstören würde. Es ist daher agend nöthig, kräftige Vorkehrungen dagegen schon früher treffen. Man kann aber die Kosten derselben wesentlich er-ässigen, wenn man die Senklage nur an denjenigen Stellen mit m gröbsten und schwersten Material bedeckt, wo die Coupirung m Schluss gebracht werden soll, oder wo die härteste Strömung erwarten steht. Die unangenehmen Erfahrungen, die bei dem u der Coupirungen in Packwerk vielfach gemacht sind, können Anwendung dieser Vorsichtsmaassregel, wenn sie auch gegen gewöhnliche Bauart bedeutende Mehrkosten verursacht, den-h nur auf das dringendste empfehlen. Unterlässt man sie aber r ungünstigen Umständen, so setzt man sich der Gefahr aus, s eine starke Vertiefung des Bettes eintritt, die mit dem an-eferten Material entweder nicht gefüllt werden kann, oder eine eftige Strömung veranlasst, dass die gewählte Constructionsart nicht mehr ausführbar ist, und man sich während des Baues Wahl einer andern entschliessen muss. Bevor man in dem n und dem andern Falle die Anwendung kräftigerer Maass-eln vorbereiten kann, dauern die Wirkungen des Wassersturindessen fort, und es giebt Beispiele, dass ein ursprünglich wacher Arm, dessen Schliessung sehr leicht erschien, den om so stark aufnahm, dass man endlich die Absicht, ihn zu liessen, ganz aufgeben musste.

Bei Anwendung des Packwerksbaues zu Coupirungen wird selbe Verfahren, wie bei Ausführung der Buhnen beobachtet. kann dabei nicht, wie bei Steinschüttungen, das Werk all-; in seiner ganzen Länge gleichmässig aufführen; man muss

vielmehr die schwimmenden Lagen jedesmal an einen Thei Werkes anschliessen, der bereits bis über das Wasser herau und gehörig comprimirt wird. Eine nothwendige Folge hier die sehr starke Concentrirung des Stromes und die Bildung heftigen Wassersturzes an derjenigen Stelle, wo endlich der S erfolgen soll.

Gewöhnlich wird zur möglichsten Beschleunigung des von beiden Ufern aus gleichzeitig die Ausführung begonn gleichmässig fortgesetzt. Daraus entsteht der grosse Uebe dass, selbst wenn keine Vertiefung und keine starke St eintritt, der regelmässige Fortgang der Arbeit dennoch gestö sobald die Ausschüsse der schwimmenden Lagen sich be Fig. 159 zeigt, dass die Verbindung und selbst das stump sammenstossen zweier gleichzeitig ausgeführter Packwerke lich ist, indem der dazwischen bleibende Raum gar nicht werden kann, selbst wenn keine sonstigen erschwerenden Un eintreten. Wenn aber noch eine heftige Strömung sich was bei Coupirungen fast immer der Fall ist, und man Vorkehrungen getroffen hat, um während dieser Zeit die Ver des Grundes zu verhindern, so sieht man leicht, wie sc und gefährlich die Verhältnisse sich gestalten müssen. Die s menden Lagen verhindern auch, jede Deckung des im Angriffe liegenden Bettes nachträglich vorzunehmen.

Es ist gewiss vom Baumeister unbedingt zu fordern, die Zusammensetzung jedes Baues vor dem Beginne desselb vollkommen klar macht, und dafür sorgt, dass derselbe keine ungewöhnlichen Ereignisse eintreten, ganz sicher die sichtigten Formen und Dimensionen annimmt. Im vorlie Falle wird diese allgemein gültige, sehr wichtige Regel ge nicht gehörig beachtet. Man ordnet den Bau in einer dass er bei regelmässiger Fortführung der Arbeit selbst un günstigsten Umständen nicht vollendet werden kann. E sich vielmehr nur dadurch beendigen, dass man die verbu Theile wieder gewaltsam auseinander reisst, und es dem überlässt, in welcher Weise sie sich endlich so neben ei legen, dass der Schluss wirklich erfolgt. Man darf w Sicherheit annehmen, dass die Ausführung der Coupirunge

vielen Zufälligkeiten unterworfen und nicht so häufig miss-
ckt wäre, wenn man ein methodisches Verfahren da-
in Anwendung gebracht hätte.

Bevor ich zur Beschreibung einer zweckmässigeren Anord-
g des Baues übergehe, muss über die gewöhnliche Bauart noch
iges mitgetheilt werden. Sobald die Lagen von beiden Seiten
sich berühren, bemüht man sich, durch Aufbringen von grossen
ssen Beschwerungs-Material das Herabsinken der Lagen zu
rdern, indem man zugleich das Werk immer so weit erhöht,
es über Wasser bleibt. Man pflegt auch, sobald es geschehen
n, die Lagen im Zusammenhange über beide Theile fortzuführen
jedesmal nach dem Aufbringen des Beschwerungs-Materials
Handramme recht kräftig zu gebrauchen. Das Rammen hat
nn nicht nur den Zweck, das Eindringen des Wassers in
Strauch zu befördern, sondern die heftige Erschütterung dient
gsweise dazu, die Verbindung der Faschinen und Würste zu
, weil die einzelnen Lagen beim Herabsinken eine grössere
e annehmen müssen, als sie ursprünglich haben. Indem
Bau hierdurch aufgelockert und das Beschwerungs-Material,
ders wenn es fein ist, theils vom Strome weggespült wird,
aber durch das Strauch hindurchfällt und alsdann gleich-
forttreibt, so wirkt vorzugsweise nur diejenige Belastung,
über Wasser liegt, und man muss selbige recht hoch halten
daher auch besonders dicke Faschinenlagen anwenden.

Wenn das Werk auf diese Art nicht auf den Grund herab-
acht werden kann und die darunter noch stattfindende Strömung
gar die Faschinen einzeln oder in grösseren Massen fort-
t, so nimmt man zu gröberem Beschwerungs-Material seine
acht. Steine und Senkfaschinen werden auf die schwimmenden
en gebracht, und unter möglichster Beschleunigung des Baues
len die Handrammen fortwährend recht kräftig gebraucht.
pflegt man Senkfaschinen und oft selbst alte Fahrzeuge,
man stark belastet hat, an der obern Seite des schwimmen-
Theiles zu versenken, um möglicher Weise durch diese die
iessung oder wenigstens die Verengung der Durchflussöffnung
sonach die Schwächung des Stromes zu bewirken. Endlich
ucht man auch zuweilen, wenn nur noch in der Tiefe die

Durchflussöffnung besteht, welche sich im Oberwasser du
trichterförmige wirbelnde Einsenkung der Oberfläche, und im
wasser durch starkes Aufwallen zu erkennen giebt, mittels
stromaufwärts gerichteten Faschinenlage den Strom zu s
Fig. 160 zeigt diese Anordnung. Die Faschinenlage wi
der Coupirung, also in stehendem Wasser verbunden, do
fasst sie der abwärts gekehrte Strom und man muss, da
nicht zu früh herabsinkt, durch Anwendung recht trock
schinen und durch recht hohe Packung die Lage schwimm
erhalten suchen. Ist sie endlich so lang, dass sie beim
die Oeffnung überdecken kann, so wird sie schnell mit
benagelt und mit Beschwerungs-Material belastet.

Wenn Material und Arbeitskräfte reichlich vorhande
so gelingt es gewöhnlich, durch die angegebenen Mittel d
pirung zum Schlusse zu bringen. Sehr häufig geschieht
dass man auf den Mehrbedarf, den die grosse Vertiefu
Bettes veranlasst, nicht vorbereitet ist, und man muss in
Falle, nachdem die Veranlassung zu den grössten Zerst
gegeben ist, den Bau abbrechen. Die Auskolkungen des
bettes dehnen sich alsdann noch weiter aus, und das a
gene Werk wird entweder durchbrochen oder doch we
beschädigt, und jedenfalls ist die spätere Fortsetzung u
endigung desselben viel schwieriger, als sie anfangs war.
man aber mit dem unzureichenden Material auch wirkl
Werk zum Schlusse bringt, so hat dasselbe nicht die de
angemessene Stärke erhalten, und wird alsdann beim
des Hochwassers bald zerstört, wie dieses z. B. mit d
Wiebeking ausgeführten. Coupirung des rechtseitigen Rhe
bei Honeff geschah.

Hiernach ist es durchaus nothwendig, vor dem Beginn
Coupirungsbaues für das erforderliche Material zu sorge
zwar so reichlich, dass es selbst unter ungünstigen Um
genügt. Es kann alsdann freilich geschehen, dass man
Material beischafft. Wie nachtheilig dieses aber auch ers
mag, so ist der Mangel immer viel gefährlicher. Oft ist e
lich, andre Strom-Regulirungsbauten in der Nähe etwas z
zuhalten, so dass man im Falle der Noth die für diese best

inen schnell herüberschaffen und sie zur Vollendung der irung benutzen kann.

Ausserdem muss auch jede sonstige **Unterbrechung** des s, namentlich wenn schon eine starke Beschränkung des Pro- eingetreten ist, vermieden werden. Man darf daher den Bau anders beginnen, als wenn man mit grosser Wahrschein- eit auf die Fortdauer eines günstigen Wasserstandes rechnen . Wenn aber gleichwohl, nachdem der Anfang schon gemacht tarker Regen eintritt, der ein Anschwellen des Stromes besor- lässt, so muss man entweder durch möglichste Beschleunigung rbeit dieselbe vorher zu beendigen suchen oder, wenn dieses geschehen kann oder sehr unwahrscheinlich ist, so bleibt s Anders übrig, als den fertigen Theil zu sichern und ihn h starke Belastung so zu comprimiren, dass die Beschrän- ; des Profiles möglichst geringe bleibt.

Ferner darf es weder an Arbeitskräften, noch an Baumaterial n, wenn man eine Coupirung beginnt, auch müssen alle son- n Vorkehrungen dazu getroffen sein. Die Faschinen sind ähnlich an den Ufern aufgestellt und werden zugetragen. Die stbänke müssen in hinreichender Anzahl eingerichtet und ge- g besetzt sein, um den erforderlichen Bedarf an Würsten mit erheit schnell genug beschaffen zu können. Das Beschwerungs- erial darf aber wegen der nöthigen Beschleunigung nicht mehr Ufer beigekarrt werden, wodurch auch die Passage über das k gestört werden würde. Es ist daher vortheilhafter, die oder den Sand und Kies oder Steine in Nachen anfahren unmittelbar auf die Lagen aufwerfen zu lassen. Damit die- Wassertransport aber regelmässig erfolgt und kein Aufenthalt i eintritt, so muss auch für die nöthige Anzahl von Nachen, deren Bemannung und sonstige Anstalten zum Hin- und Her- ren derselben, besonders aber für das Beschwerungs-Material st gesorgt sein. Dieses darf sonach während des Baues nicht r etwa aus dem Strombette ausgebaggert werden, es muss mehr bereits gewonnen und zum Verladen möglichst nahe in eitschaft liegen.

Nähert sich die Coupirung ihrer Vollendung, so ist jede terbrechung am nachtheiligsten, indem der hindurchstürzende

Strom den Bau angreift, das Beschwerungs-Material ausspült, wenn der Grund nicht gesichert ist, auch die Tiefe des B schnell vergrössert. Man darf daher unter schwierigen Ve nissen selbst in der Nacht keinen Stillstand eintreten lassen. sorgt deshalb für gehörige Abwechselung der Arbeiter und den Bau so, dass er zur Zeit des Vollmondes zum Schlusse k Eine künstliche Erleuchtung durch Feuer und Laternen kan Mondschein nicht ersetzen, da sie immer nur einzelne Stelle auch diese nur unzulänglich erhellt.

Dieses sind die Vorsichtsmaassregeln, die man in grös oder geringerem Maasse in Anwendung zu bringen pflegt, man die Entstehung einer starken Strömung besorgt. Nichts weniger sind sie zuweilen dennoch ungenügend, und verhi wenigstens nicht die starke Vertiefung und sonach eine wesen Erschwerung und Vertheurung des Baues. Es ist daher wichtig, den Bau so anzuordnen, dass die Wirkung der Strö weniger nachtheilig wird, oder ein mehr gesicherter und mässiger Fortgang der Arbeit erwartet werden kann.

Von der Sicherung des Grundes durch eine mit Steine schwerte Senklage ist schon früher die Rede gewesen. M Hydrotecten empfehlen aber, die starke Vertiefung dadurch z hindern, dass man die Coupirung in der obern Mündun Nebenarmes in der Art erbaut, dass sie sich zugleich a Uferdeckwerk des Hauptarmes darstellt. *) Man meint, da in diesem Falle keinem besonders starken Angriffe ausgeset und da die Tiefe an dieser Stelle nur geringe zu sein so soll zuweilen eine solche Coupirung verbunden mit einer ten, die man später am untern Ende des Armes erbaut, wohlfeiler werden, als wenn man die untere, während der Arm noch nicht gesperrt war, allein ausgeführt hätte. Dieses R wäre allerdings zu erwarten, wenn der zu schliessende A seiner ganzen Länge sehr flach wäre; wenn derselbe abe so grosse Tiefe hat, dass er nach Ausführung der obern pirung noch durch die untere Mündung vollständig mit W

---

*) Schemerl, Abhandlung über die vorzüglichste Art, an F und Strömen zu bauen. Wien 1782. — §. 65 ff.

füllt wird, so stellt sich überall, wo man auch die Coupirung gen mag, dieselbe Niveau-Differenz zwischen Ober- und Unasser dar, und der Durchfluss ist an der einen Stelle eben ross, wie an der andern.

Später hat Schemerl *) noch die Fig. 161 dargestellte Anung angegeben. Die beiden Theile des Werkes sollen nämlich elegt werden, dass sie neben einander vorbeigreifen. wesentlicher Vorzug dieser Methode gegen die gewöhnliche ht darauf, dass die einzelnen Lagen regelmässig herabsinken nen und ihre Verbindung während des Versenkens nie wieder ehoben werden darf. Nach Schemerl's Vorschlag soll auch übrig bleibende Oeffnung zwischen beiden Theilen gar nicht hlossen werden, sondern zur Beförderung der Verlandung des en Armes offen bleiben. Der hindurchgehende Strom kann keine grosse Vertiefung erzeugen, in sofern die beiderseitigen sirungen sich berühren und gehörig gesichert sind. Die Richdesselben ist überdies stark seitwärts gekehrt, woher er n aus diesem Grunde nicht besonders heftig werden kann. ichwohl möchte es nothwendig sein, das Ufer, dem er zugert ist, gegen Abbruch zu sichern.

Wenn die Coupirung bis über das Wasser heraufgeführt wersoll, so dürfte für den Packwerksbau die Fig. 162 im Profile gestellte Anordnung sich besonders empfehlen. Sie stimmt mit üblichen Bauart sehr nahe überein. Beide Arme der Couung werden nämlich direct gegen einander geführt, so dass sie zu einem Damme von gleicher Breite vereinigen. Der terschied gegen die beschriebene Construction besteht nur darin, s der Bau der beiden Theile des Werkes nicht gleichzeitig geführt wird, und sonach in jedem derselben die Lagen gehörig enkt werden können. Man beginnt den Bau an demjenigen r, wo der stärkste Angriff besorgt werden muss, und führt ihn hier nur so weit heraus, dass er noch keine starke Verengung Profiles veranlasst. Besonders ist aber darauf zu sehn, dass er Theil des Werkes vor dem Kopfe eine recht flache Dosng, also mindestens vierfache Anlage erhält. Eine Beschwerung

*) Erfahrungen im Wasserbau, Band I. Wien und Triest 1809.

mit Steinen ist dabei nicht zu umgehn, doch ersetzt dafür
Dossirung schon die Senklage, welche behufs Sicherung des
sonst erforderlich sein würde. Der andere Theil der Coup
darf nicht früher begonnen werden, als bis der erste ent
ganz beendigt, oder doch so weit gediehen ist, dass ein
rührung der beiderseitigen schwimmenden Lagen nicht me
besorgen ist, auch die erwähnte Beschwerung mit Steinen
ständig erfolgt ist, oder vor der Annäherung des zweiten T
erfolgen kann. Letzterer wird alsdann in gewöhnlicher
ausgeführt. Wenn man hierbei auch keineswegs vor alle
fälligkeiten in Folge der verstärkten Strömung gesichert i
hat jedenfalls diese Methode den grossen Vorzug, dass m
der gehörigen Verlängerung der Lagen nicht gehindert wir
dass zugleich beim Eintritt der stärksten Profilverengung d
gen des zweiten Theiles über den bereits fertigen Theil g
und sonach ein Ausspülen des Grundes nicht weiter mögli
Die Figur zeigt an der linken Seite den bereits fertigen u
Steinen beschwerten Theil des Baues, rechts dagegen die
schwimmenden Lagen des andern Theiles.

Man hat vielfach statt des Packwerks- den Senkstü
bei Ausführung der Coupirungen angewendet. Wenn gleic
ausführliche Beschreibung dieser Bauart erst später gegeben
soll, so ist dieselbe doch schon oben (§. 75) so weit erklärt w
dass ihre Anwendbarkeit auf diesen Fall sich hier beurtheilen
Wenn der Querschnitt der einzelnen Senkstücke nur gerin
im Vergleiche zu dem des zu schliessenden Armes, oder vi
der noch übrig bleibenden Oeffnung, so pflegt die Verse
keine besondere Schwierigkeit zu machen, und man erreic
bei den Vortheil, dass mit einem Male grosse Flächen des
gedeckt werden. Die einzelnen Senkstücke (Prismen oder
von Faschinen) lassen sich indessen, wenn man sie auch mö
nahe neben einander legt, nicht in Verbindung bringen, u
wöhnlich bleiben weite Stossfugen zwischen je zwei Stücken
Auf die Ausfüllung derselben, besonders derjenigen, di
Strome parallel gerichtet sind, muss man sehr aufmerksan
weil sonst eine heftige Strömung hindurchzieht, die leich
starke Vertiefung verursacht und dadurch für das ganze

-blich wird. Oft legt man mehrere Schichten Senkstücke über
ler, und sorgt für die gehörige Abwechselung der Fugen
selben. Jene Gefahr wird indessen hierdurch keineswegs
igt, vielmehr sogar vergrössert, denn wenn die Rinne be-
ist, so kann man sie nicht mehr durch Steine oder Senk-
nen schliessen, was sonst möglich gewesen wäre. Es ist
dringend nöthig, diese Fugen oder Rinnen durch Nach-
en von schwerem Material vollständig zu schliessen, bevor
die folgende Lage der Senkstücke aufbringt.

Bei Beobachtung dieser Vorsichtsmaassregel ist der Senk-
bau bei Coupirungen gewiss nicht nur zulässig, sondern
vortheilhaft, wie er in der That häufig bereits mit dem besten
ge zu diesem Zwecke angewendet worden. Die Untersuchung
Ausfüllung der Fugen ist indessen nicht leicht, woher diese
t keine überwiegenden Vorzüge vor einem sorgfältig angeord-
Packwerksbau zu haben scheint, der einen ununterbrochenen
nmenhang im ganzen Werke darstellt. Dazu kommt noch,
die Fuge, wenn sie ursprünglich auch geschlossen war, sich
r wieder öffnen kann. Bei Ausfüllung mit Steinen darf man
s freilich weniger besorgen, aber leichtes Material und na-
ich Erde und Sand kann geringe Wasseradern hindurchlassen,
nfangs ganz unscheinbar sind, aber dennoch sich nach und
erweitern und vielleicht plötzlich die letzten Widerstände
vinden, und ganz unerwartet bei einem Hochwasser als starke
nungen durchbrechen. So hatte eine aus Senkstücken erbaute
irung bereits manches Hochwasser ausgehalten, ohne irgend
gniss zu erregen, brach aber plötzlich durch, indem einige
stücke fortschwammen. Zum Versenken der einzelnen Stücke
man aber in diesem Falle wahrscheinlich nur Erde verwendet.

Eine eigenthümliche Anwendung des Senkstückbaues zur Cou-
g von Flussarmen ist einst von Funk versucht worden. Funk
nt selbst dieses Versuches *), sagt auch, dass er misslungen
die Mittheilung ist indessen zu kurz, als dass man die beab-
gte Anordnung des Baues und den Grund des Missglückens

*) Beiträge zur allgemeinen Wasserbaukunst, Lemgo 1808, Seite 330
r Anmerkung.

daraus ersieht. Die Absicht war keine andere, als mittelst eines einzigen Senkstückes den ganzen Stromarm auf einmal zu schliessen, und dadurch den Schwierigkeiten zu begegnen, die sonst während der Ausführung eines solchen Baues einzutreten pflegen. Noch dreissig Jahre später hörte ich mehrfach von diesem missglückten Bau sprechen, und da ich bestimmte Nachrichten darüber zu haben wünschte, so machte ein alter Kribbmeister, der bei diesem Bau mitgearbeitet hatte, die folgende Mittheilung. Seine Erzählung erscheint aber in sofern durchaus glaubwürdig, als er die Dimensionen des Senkstückes sehr genau übereinstimmend mit den von Funk bezeichneten angab.

Die Weser war in der Nähe von Wietersheim, etwa eine Meile unterhalb Minden, in zwei Arme getheilt. Der linke bildete das eigentliche Fahrwasser, doch versandete dieses nach und nach so sehr, dass die Schiffe endlich den stark gekrümmten rechten Arm noch leichter, als den linken befahren konnten. Man entschloss sich daher im Jahre 1805 den rechten Arm zu schliessen, und zwar sollte dieses, wie erwähnt, durch ein einziges Senkstück und zwar wahrscheinlich an der schmalsten Stelle des Armes geschehn. Zuvor wurde der linke Arm theils durch Aufgraben und theils durch Baggern vertieft, damit die Schiffe ihn wieder passiren konnten.

Etwa 20 Ruthen oberhalb der Stelle, wo die Coupirung liegen sollte, wurde das Senkstück auf einer geneigten Rüstung am linken Ufer des Armes, also auf der Insel selbst erbaut. Das Stück war 85 Fuss lang, in der Krone 12 Fuss breit und an beiden Seiten mit einfacher Anlage geböscht. Seine Höhe betrug durchschnittlich 8 Fuss (Funk sagt, dass es 84 Fuss lang, 28 Fuss breit und zwischen 6 und 10 Fuss hoch gewesen ist). Es wurde parallel zum Ufer erbaut und musste daher, sobald es auf dem Wasser schwamm, eine Schwenkung machen, um das Profil sperren zu können. Um es anzuhalten, sobald es die Stelle erreicht hatte, wo es versenkt werden sollte, wurden zwei Reihen buchener Pfähle von Fahrzeugen aus eingerammt. Die Pfähle waren 15 bis 18 Zoll stark, reichten etwa 10 Fuss in den Grund, und standen so nahe, dass ihre lichte Entfernung nur etwa $1\frac{1}{2}$ Fuss betrug. Der Zimmermeister, der die Rammarbeit leitete, machte den Vorschlag,

eihen zu verholmen und noch durch Verstrebungen zu sichern. Vorsichtsmaassregel wurde indessen für überflüssig erachtet nterblieb.

uf jedem Ende des Senkstückes waren mehrere Pfähle einagen und hieran Taue befestigt, die theils vom rechten, vom linken Ufer aus durch Menschen gehalten wurden, und sollen etwa 70 Mann an jedem Ufer gewesen sein. Als das schwamm, ragte es ungefähr 2 Fuss über das Wasser vor. inke Ende desselben wurde festgehalten, das rechte dagegen ergezogen. Der Strom fasste das Stück sogleich, und voll- beinahe die beabsichtigte Drehung. Kaum lag es jedoch ähr quer über den Strom, als es das Wasser oberhalb auf- und zwar so stark, dass die Insel, die früher noch 1½ Fuss Wasser gewesen war, plötzlich 1 Fuss hoch überfluthet wurde. aselbst befindlichen Arbeiter erschreckt, und auf ihre Rettung ht, liessen das Tau los, welches sie doch nicht halten konn- Auch auf der andern Seite wurde das Tau fortgerissen und tück trieb schnell den Strom herunter. Das linke Ende er- e zuerst die Pfahlreihen: diese leisteten aber nicht den esten Widerstand, und mit lautem Krachen brachen die Pfähle schnell, einer nach dem andern, wie Zündhölzer ab. Das stück durchschwamm den ganzen Arm und trieb noch etwa uthen weiter im ungetheilten Strome fort, bis es auf eine bank vor dem rechten Ufer auflief, wo es liegen blieb. An Zurückbringen war natürlich nicht zu denken. Die obersten hinen wurden daher, soweit sie über Wasser lagen, ausge- n, bei weitem der grösste Theil derselben konnte aber nicht rnt werden und versandete bald. — Kurze Zeit darauf wurde Arm auf die gewöhnliche Art geschlossen, und diese letzte irung ist unter dem Namen der Prangen-Schlacht den Schif- und Anwohnern noch heute bekannt, wiewohl sie bei der vollständigen Verlandung des ganzen Armes schon lange mehr sichtbar ist.

Wenn die Coupirung in einer oder der andern Weise aus hinen ausgeführt wird, so ist sie keineswegs wasserdicht, darf aber nicht hoffen, dass in ähnlicher Weise, wie bei niedrigen Steinschüttung, die Zwischenräume sich bald mit

feinen erdigen Theilen anfüllen werden, weil das hohe Werk b
kleinem Wasser und selbst bei höheren Anschwellungen, w
es schon stark überströmt wird, dennoch einen bedeutenden S
erzeugt und in Folge des hieraus entstehenden Wasserdrucks i
mer stark durchströmt wird. Diese Durchströmung ist für d
Packwerk wesentlich nachtheilig und gefährlich, wenn das S
material leicht ist und sonach ein Ausspülen desselben be
werden kann. Man pflegt daher, wie das Profil Fig. 163 z
vor der Coupirung noch eine starke Erdschüttung anzubring
Dieselbe ist gewöhnlich in der Krone nur 6 Fuss breit; da
aber eine zweifache oder wenigstens eine ein und einhalbfa
Anlage erhalten muss und der Faschinenkörper nur die einfa
hat, so nimmt ihre Breite nach unten stark zu.

Zum Schutze des Werkes wird häufig nur eine Rauhw
auf der Krone und, soweit es geschehn kann, auf den Do
rungen angebracht. Viel sicherer ist es aber, eine Steindeck
dafür zu wählen.



Zwölfter Abschnitt.

tau-Anlagen.



§. 84.

Anordnung der Stau-Anlagen.

ie **Stau-Anlagen** bilden mit den zugehörigen Vorkehrungen Abführung des **Hochwassers** eine sehr wichtige Klasse Bauwerken. Sie sind nicht nur in gleicher Weise, wie die omregulirungs-Bauten, für die Landes-Cultur und die Schiff-rt von Nutzen, sondern ausserdem dienen sie auch zu in-triellen Zwecken, indem fast alle Wassermühlen nur durch nstlich aufgestautes Wasser betrieben werden.

An grossen Strömen kommen sie selten vor, dagegen finden sich sehr häufig an Bächen, Flüssen und kleinen Strömen. em sie den Wasserspiegel vor sich erheben, oder das Wasser tauen, so vermindert sich das Gefälle weiter aufwärts, und rend dieses sonst mehr oder weniger gleichmässig auf eine ssere Länge des Flusses vertheilt war, so concentriren sie es derjenigen Stelle, wo sie erbaut sind. Hierdurch bildet sich bedeutende Niveau-Differenz zwischen Ober- und Unterwasser, eben zur Anlage kräftiger Mühlen und anderer **Wasserwerke** egenheit giebt. Demnächst kann das gehobene Oberwasser h auf die niedrigen Ufer zur Seite geleitet werden, und zur **wässerung** derselben dienen. Für die **Schiffahrt** sind die u-Anlagen aber in sofern sehr wichtig, als sie vor sich einen eren Wasserstand erzeugen und sonach eine grössere Fahrtiefe stellen. Ausserdem bedingt die hieraus hervorgehende Ver-sserung des Profiles auch eine verhältnissmässige Verminderung Geschwindigkeit, wodurch die Schiffahrt gleichfalls erleichtert d. Die Verminderung des relativen Gefälles in der Flussstrecke rhalb der Stau-Anlage hängt hiermit sehr nahe zusammen, und n als unmittelbare Folge der geringeren Geschwindigkeit ange-en werden. In sofern nämlich die Wassermenge des Flusses

vom Stau ganz unabhängig ist, und nach der Anlage
gross bleibt, wie sie früher war, so bildet sich in jedem
dasjenige Gefälle, welches zur Darstellung der erforderlich
leren Geschwindigkeit nothwendig ist.

Der Zweck der Stau-Anlagen ist hiernach wesentl
schieden von dem der Coupirungen. Wenn letztere a
zuweilen auch einigen Stau erzeugen, so ist dieser d
dauernd, und gemeinhin senkt sich das Wasser oberhalb d
mit der Zeit sogar tiefer, als es vor der Anlage stand,
ausgebildete übrig bleibende Arm es leichter abführt, a
früher durch beide Arme geschah. In der Ausführung si
Arten von Bauwerken oft wenig verschieden und stimm
zuweilen vollständig mit einander überein. Im Allgeme
fordert die Stau-Anlage eine solidere Construction als
pirung, da sie niemals verlandet und daher fortwährend
griffe des Stromes ausgesetzt bleibt.

Die Stau-Anlagen lassen sich nach ihrer verschi
Höhe in drei Klassen eintheilen. Die Krone dersel
nämlich entweder niemals vom Wasser bedeckt; sie l
höher, als das höchste Oberwasser. Im zweiten Falle
zuweilen vom Wasser bedeckt, während sie zuweilen
Unterwasser hervorragt: sie liegt alsdann zwischen dem
Oberwasser und dem kleinsten Unterwasser. Endlich
Stau-Anlage auch unter dem kleinsten Unterwasser liegen,
sie fortwährend vom Wasser bedeckt bleibt.

Die Stau-Anlagen der zweiten Klasse sind die gew
sten, man nennt sie Wehre, zuweilen auch Schlacht
folgenden sollen sie ausführlich behandelt werden.

Die Anlagen der ersten Klasse heissen Staudämm
bestehen gewöhnlich nur aus einfachen Erddämmen, d
gegen das Durchsickern des Wassers gesichert sind. E
stigen Befestigung bedürfen sie aber nicht, indem sie
Ueberströmung ausgesetzt sind. Ihre Construction biet
Regel nichts Eigenthümliches dar. Wenn sie dagegen s
und noch dazu mit Vorrichtungen zum Ablassen des Was
sehn sind, wie dieses etwa bei Schliessung tiefer Thäler g
worin man das Wasser zur Speisung von Kanälen ansam
sind sie allerdings sehr wichtige Bauwerke, deren Besc

legenheit der Schiffahrts-Kanäle gegeben werden soll. In rtificatorischen Baukunst kommen ähnliche Anlagen, die sonten Batardeaux oder Bären häufig vor. Diese sind falls mit Vorrichtungen zum Ablassen des Wassers versehn, ienen zur Regulirung des Wasserstandes einzelner Bassins, zur Darstellung eines heftigen Stromes, sobald Anstalten zur nung der Festung getroffen werden. Damit sie aber nicht dem Feinde Gelegenheit zum Uebergange bieten, werden sie ssivem Mauerwerk mit scharfem Rücken ausgeführt und dem durch einzelne aufgesetzte Thürme gesichert.

Die dritte Klasse endlich nennt man Grundwehre oder schwellen. Sie kommen sehr selten vor, und dienen theils den Wasserstand über flachen Stellen etwas zu heben, um ch der Schiffahrt eine Erleichterung zu verschaffen. Die fahrt gewinnt dabei indessen gemeinhin nur wenig, wenn weitern Vorkehrungen getroffen sind, um die Schiffe über rundwehr selbst zu bringen, das gleichfalls eine Untiefe und ich eine Stromschnelle bildet. Anderntheils aber wendet man uch an, um das Durchflussprofil in einzelnen Armen zu verern, wie dieses z. B. im Büdricher Kanale bei Wesel geen ist. In diesem Falle sind sie aber nichts anders, als iegende Coupirungen. Sie bestehn gewöhnlich aus Steintungen oder Senkfaschinen.

Bei den Wehren ist die jedesmalige Höhe des Rückens swegs beliebig innerhalb der Grenzen des höchsten Obers und kleinsten Unterwassers anzunehmen, sie muss vielmit grosser Sorgfalt so gewählt werden, dass der erforder- Stau hervorgebracht wird, ohne die Cultur und Nutzung der ändereien zu beeinträchtigen, oder vollends die daselbst geen Ortschaften der Gefahr der Inundation auszusetzen. In §. 66 die Gesetze der ungleichförmigen Bewegung des Wassers ickelt, und man kann unter Zugrundelegung derselben die nderung des Wasserstandes in der oberhalb des Wehrs lieen Stromstrecke annähernd berechnen, sobald man die übrigen kennt. Entspricht die Erhebung des Wasserstandes nicht gestellten Bedingungen, so wird man eine andre Höhe des rs einführen müssen. Diese Untersuchung darf jedoch keines- auf einen einzigen Wasserstand, etwa auf den niedrigsten,

beschränkt bleiben, sie muss vielmehr so weit ausgede den, dass man den Einfluss des Wehrs unter allen U darnach beurtheilen kann.

Die Beschränkung des Flussprofiles durch das W ursacht jedesmal eine, wenn vielleicht auch nur unmerkl hebung des Oberwassers. Am grössten ist dies vor dem Wehre: und man nennt diese die Stauhöhe. aufwärts nähert sich der gehobene Wasserspiegel immer mehr dem früheren, bis endlich beide zusammenfallen. fernung des Wehres von diesem Punkte heisst die St Es ergiebt sich aber aus der obigen Rechnung, dass d der letzteren sich nicht bestimmt ermitteln lässt, indem nien asymptotisch zusammenfallen. Für die Beurtheilung verhältnisses ist diese Unsicherheit nicht nachtheilig, i jedesmal im Stande ist, zu berechnen, in welchem Abst Wehre der Wasserspiegel etwa um 1 Fuss, oder um 1 Z wenn man will, auch um noch kleinere Quantitäten geh Unterhalb des Wehres veranlasst dasselbe keine Aend Wasserstandes, wenn nicht vielleicht bedeutende Was seitwärts vorbeigeleitet, oder periodisch zur Anfüllung d vor dem Wehre consumirt werden, nachdem der Wasser selbst tief gesenkt war. Eine Senkung des Niveau' halb des Wehres, die man häufig vorausgesetzt, jed den erwähnten Fällen noch nie wahrgenommen hat, durchaus unerklärlich. Wenn das Wasser steigt, wird f grösserer Theil desselben, als früher, durch das Weh gehalten, diese Verzögerung dauert aber nur so lange obere Bassin sich gefüllt hat, und die dazu erforderlich bei der nur allmählig eintretenden Vergrösserung der Wa des Stromes in den meisten Fällen unmerklich klein. stantem Zuflusse oder im Beharrungsstande führt aber strecke unterhalb des Wehres wieder die ganze Wasser die also eben so gross ist, als wenn das Wehr nicht Man könnte freilich vermuthen, dass die grössere Geschw welche das Wasser beim Herabstürzen vom Wehre ann schneller weiter führen und dadurch das Profil verklein den Wasserspiegel senken müsste. Die erlangte grö schwindigkeit wird aber sogleich durch die innern Be

rt, und die mittlere Geschwindigkeit, in der Richtung des aufes gemessen, entspricht nur dem daselbst stattfindenden le, ist also wieder vom Wehre ganz unabhängig (vgl. §. 63). an untern Ende regelmässiger und wenig geneigter Gerinnen sich zwischen den stehenden Wellen eine Senkung dieser Art kennen. In der ganzen Breite des Flussbettes findet dieses wohl niemals statt, und um so weniger, als der Ueberstürz Auskolkungen und Uferbrüche zu bilden pflegt, wodurch nnern Bewegungen sich noch vergrössern.

ei dieser Gelegenheit ist noch darauf aufmerksam zu machen, bei eintretenden Anschwellungen das Oberwasser viel er steigt, als das Unterwasser, und sonach die Niveau-renz zwischen beiden immer geringer wird. Dieselbe ver-ndet zuweilen auch ganz, wenn das Wehr hoch überfluthet und man bemerkt alsdann nicht mehr eine Unterbrechung Vasserfläche darüber. Die Ursache dieser Erscheinung liegt , dass die Beschränkung des Profiles durch das Wehr relativ r um so geringer wird, je mehr das Wasser anschwillt, und h die Wirkungen dieser Beschränkung auch immer kleiner n müssen. In gleicher Weise vermindern sich auch zur Zeit nschwellung alle sonstigen starken Gefälle, die bei kleinem erstande im Strome vorkommen.

Wenn hiernach bei einer gewissen Höhe der Anschwellung Einfluss des Wehres auch ganz verschwindet, so darf man keineswegs daraus folgern, dass die Wehre für die Ab-ung des Hochwassers ohne Nachtheil sein sollten. Jene ze, bei welcher die Wirkung aufhört, trifft gewöhnlich einen hohen Wasserstand, und wird häufig bei den allerhöchsten ich vorkommenden Fluthen gar nicht erreicht. Sollte dieses auch sein, so bleibt noch immer die Anlage für die Ableitung minder hohen Anschwellung sehr störend, und sie kann in r Beziehung leicht für die oberhalb belegenen Ortschaften und en höchst verderblich werden. Dazu kommt aber noch der stand, dass das Wehr das Flussbette erhöht. Wenn s seine frühere Breite behält, und zwar eben sowohl zur Zeit kleinen, wie des höhern Wassers, so tritt in Folge der Stauung Vergrösserung des Profiles und eine Verminderung der Ge-ndigkeit ein. Es bilden sich daher oberhalb des Wehres

starke Ablagerungen von Sand und Geschieben, und der Fluss wird alsdann nicht nur durch das Wehr selbst, sondern auch durch diese Ablagerungen beschränkt. Er muss, um die ganze Wassermenge abzuführen, ein stärkeres Gefälle oberhalb des Wehres annehmen, wodurch der Stau weiter aufwärts noch vergrössert wird. Diese Aenderung der Verhältnisse ist oft im höchsten Grade gefährlich, und man muss daher, wo eine solche zu besorgen ist, die nöthigen Maassregeln ergreifen, um ihr vorzubeugen. Ehe ich diese bezeichne, muss ich aber noch bemerken, dass solche Ablagerungen sich oft sehr augenscheinlich zu erkennen geben, und die Längenprofile der Flüsse häufig zeigen, wie deren Sohle bei jedem Wehre stufenweise abfällt.

In einzelnen Fällen bemerkt man diese Erscheinung nicht, und es wird daher zuweilen als Erfahrungssatz ausgesprochen, dass trotz der Anlage eines Wehres die vorhandene Tiefe des Flusses sich constant erhält. Dieses rührt indessen nur davon her, dass das Profil des Hochwassers durch die Nähe der hohen Ufer beschränkt ist, und sonach während der Dauer desselben auch eine starke Stömung oberhalb des Wehres stattfindet, wodurch die Ablagerung des Sandes verhindert wird. Wenn der Fluss gröbere Geschiebe führt, bleibt dieses aber dennoch vor dem Wehre liegen, weil es der grossen Geschwindigkeit unerachtet nicht herübergeworfen werden kann. Häufig hat dieselbe Mühlenanlage, welche Veranlassung zum Bau des Wehres gab, auch die Bebauung der nächsten Ufer zur Folge, und indem die hier entstehenden Anlagen gegen das Hochwasser gesichert sind, so heben sich auch die Ufer selbst und zwar unmittelbar am Rande des Flussbettes bis zur wasserfreien Höhe. Dieses ist wohl allein der Grund, weshalb die Flussbetten innerhalb der Städte und Dörfer sich oft ziemlich rein zu halten pflegen, wenn sie auch unterhalb durch Wehre geschlossen sind. Der Nachtheil für die oberhalb gelegenen Ländereien scheint dadurch aber wenig gemässigt zu werden, indem die starke Strömung im Flussbette zur Zeit des Hochwassers wieder nur in Folge eines stärkeren Gefälles sich bilden kann.

Man begegnet der erwähnten nachtheiligen Erhöhung des Flussbettes und mässigt oder hebt vielleicht auch ganz den Stau auf, den das Wehr zur Zeit der höhern Wasserstände verursacht, wenn eine Vorkehrung zum Ablassen des Hochwassers

offen wird, wodurch man eine freie Oeffnung bis zur Sohle Flussbettes darstellen kann. Zur Zeit des kleinen Wassers freilich dieser Abfluss nicht stattfinden, weil sonst die Wirkung Wehres aufgehoben würde. Man muss daher zugleich dafür en, dass die Oeffnung willkührlich geschlossen werden kann. Die allgemeinste Benennung für solche Anlagen, wodurch das hwasser abgelassen werden kann, ist wohl **Schleuse**; bei heissen sie gewöhnlich **Freiarchen**. **Grundablässe** nt man sie aber, wenn die Oeffnungen bis zur Sohle des rlichen Flussbettes herabreichen.

Man findet viele ältere Wehre ohne Grundablass, und sogar e Freiarche. Letztere sind auch entbehrlich, wenn der Stau z unschädlich ist. In cultivirten Gegenden ist dieses aber wohl der Fall, und man muss daher jedes Wehr ohne Grundablass eine verfehlte Anlage betrachten. Man ist deshalb häufig beim bau alter Wehre veranlasst, sie mit einem Grundablasse zu ehn; besonders ist dieses nöthig, wenn ein Wehr erhöht oder verstärkt wird, dass der früher regelmässig eintretende Durch-ch desselben aufhört. So oft nämlich ein schwaches Wehr ht, so räumt das Flussbette sich wieder auf, und sonach den, so lange diese sich wiederholt, die Anstauungen weniger enklich: aber die Verhältnisse ändern sich, wenn das Wehr befestigt wird, dass es dem Angriffe des Stromes und Eises er widersteht.

Welche Weite eine Freiarche erhalten muss, ergeben dieselben rachtungen, wonach man die Stauhöhe vor dem Wehre berech-. Zwischen beiden Arten von Anlagen findet eine grosse Ueber-stimmung der Anordnung und selbst der Construction statt, wohl ihre Zwecke eigentlich ganz entgegengesetzt sind. Häufig d sogar beide Anlagen in einer einzigen vereinigt, indem das hr aus einem ziemlich tief liegenden festen Theile besteht, und t bei kleinem Wasser, wenn der Stau eintreten soll, dasselbe ch aufgesetzte lose Theile erhöht. In Frankreich und im süd-en Deutschland kommen Anlagen dieser Art häufig vor: man nt sie **bewegliche Wehre**, auch wohl **Durchlasswehre**, wenn sie zu fortificatorischen Inundationen dienen, **Schleusen**.

Da die Breite und Höhenlage des Rückens sowohl im Wehre, auch in der Freiarche von wesentlichem Einflusse auf die

Abführung des Wassers und die Stauhöhe sind, so ist es dem Besitzer solcher Anlagen nicht gestattet, hieran willkührliche Änderungen vorzunehmen. Es findet daher eine polizeiliche Aufsicht darüber statt und die benannten Bauwerke müssen so construirt werden, dass gerade diese Theile möglichst dauerhaft sind und jede dabei vorgenommene Aenderung sich leicht zu erkennen giebt. Derjenige Wasserstand, wobei die Freiarche geöffnet werden muss, wird aber durch einen **Merkpfahl** oder Pegel bezeichnet: und auf diesen erstreckt sich gleichfalls die polizeiliche Controle.

§. 85.
Massive Wehre.

Die Construction und selbst die Dimensionen eines Wehres sind zum Theil durch die Wahl des Materials bedingt; beim Holzbau muss man darauf Rücksicht nehmen, dass die schwierigsten und kostbarsten Theile des Werkes nicht sobald durch den Wechsel von Trockenheit und Nässe leiden dürfen, ausserdem ist man hierbei noch gezwungen, dem Wehre sowohl im Grundrisse, wie auch im Profile geradlinige Figuren zu geben, weil die Krümmungen sich im Holz nicht leicht darstellen lassen. Weit freiere Wahl hat man bei Anwendung des Massivbaues, und indem von diesem hier die Rede sein soll, so entsteht zunächst die Frage, welche Richtung und welches Quer-Profil für ein Wehr am geeignetesten sind.

Wenn man allein die Anlagekosten in Betracht zieht, so ist es bei gleichmässiger Tiefe des Flussbettes ohne Zweifel am angemessensten, das Wehr in gerader Linie und zwar normal gegen die Richtung der Ufer zu legen. Es wird in dieser Beziehung sogar vortheilhaft erscheinen, die engste **Stelle des Flusses** auszusuchen. Die Verengung eines an sich schon engen Profils ist aber für die Abführung des höhern Wassers sehr bedenklich, denn bei gleicher Höhe des Wehrrückens wird bei jeder Ueberströmung die abfliessende Wassermenge der Länge des Wehres proportional sein, und der Stau, den man zur Zeit des Hochwassers gewöhnlich möglichst vermindern muss, wird grösser [illegible] das Wehr kürzer ist. Hiernach ist es ziemlich allgemein [illegible] bei neuen Wehranlagen eine Stelle des Flusses zu wählen

gar zu enge ist. Eine andre Rücksicht, die hierbei gleich-
sehr wesentlich ist, betrifft die Höhe der Ufer; dieselbe muss
ich grösser sein, als die des Wehres, weil sonst das Wehr
römt und der Zweck desselben verfehlt würde. Es ist sogar
eilhaft, wenn die Ufer zur Seite, wenn auch nicht wasser-
sich doch wenigstens um einige Fuss über das Wehr heben,
nur in diesem Falle die stärkste Strömung im Flussbette
, und die Ufer zur Seite dadurch vor Ausrissen und Ueber-
tung mit Sand und Kies gesichert werden.

Die Richtung des Wehres muss so gewählt sein, dass
so wie bei Coupirungen das überstürzende Wasser nicht die
treffen und dieselben in besonders starken Angriff versetzen
. Besonders nachtheilig ist es daher, wenn das Wehr sich
eine stark declinante Buhne an das Ufer anschliesst, denn
esem Falle wird das Ufer, wenn es nicht etwa aus Felsen
ht, stark angegriffen. Selbst wenn es normal gegen die Axe
Flusses gerichtet ist, können die erwähnten Abbrüche noch
r sehr bedeutend sein. Am vortheilhaftesten erscheint es daher
, dem Wehre eine kreisförmige und zwar stromaufwärts ge-
te Form zu geben, wie Fig. 157 dieselbe für die Coupirung zeigt.

Die älteren Wehre, und namentlich wenn sie aus blossen
schüttungen bestehn, sind gewöhnlich schräge gegen den
s gerichtet, und ziehen sich häufig in grosser Länge abwärts,
r sie das andre Ufer erreichen. Namentlich wiederholt sich
es bei den Wehren auf der Ruhr. Fig. 164 zeigt die Situation
einem derselben. Es zog sich in früherer Zeit ohne Unter-
hung von *A* bis *C* abwärts. Die Oeffnung darin bei *B* ist
später behufs der Darstellung des Schiffahrts-Kanales an-
icht. Indem aber wegen der vielfachen Kiesablagerungen an
r Stelle, wozu das Wehr selbst gewiss wesentlich beigetragen
, unterhalb der Schleuse wieder die nöthige Fahrtiefe fehlte,
t noch eine zweite Oeffnung bei *D* angebracht, wodurch dem
kanale der Schleuse Wasser zugeführt wird. Die starken
üche in dem vom überstürzenden Strome getroffenen Ufer
die aus der grossen Verbreitung wieder hervorgehenden Ver-
ungen des Bettes geben sich hier besonders deutlich zu er-
en. Man bemerkt aber fast bei jedem ähnlich situirten Wehre
n die Mitte desselben eine oft sehr hohe und mit natürlichem

Weiden-Aufschlage bedeckte Kiesablagerung, die bei kleine
ser trocken ist, und selbst beim Hochwasser eine Spalt
Stromes veranlasst, die ihre weitere Erhöhung fortdauernd be
Bei der Anlage solcher Wehre scheint die weit aus
Länge derselben weniger das Resultat der Ueberlegung,
Zufalls gewesen zu sein. Die Untiefen und Kiesbänke i
Strome pflegen nämlich fast immer eine ähnliche Form a
men, und indem man dieselben durch eine Steinschütt
mehr erhöhte, wurde der Bau am wohlfeilsten. Wie u
mässig eine solche Anordnung heutiges Tages auch er
muss, so hat man dennoch versucht, dieselbe dadurch z
fertigen, dass bei der grossen Länge des Wehrs, we
normale Breite des Flusses vielfach übertrifft, auch die I
überstürzenden Wasserschicht oder der Stau merklich
sein müsse, als wenn das Wehr in der jetzt üblichen Ar
gegen den Strom gezogen wäre. Diese Ansicht ist indess
richtig, denn so lange das Wehr überhaupt noch einen
Stau erzeugt, also nicht in grosser Höhe überströmt
bildet sich sowohl oberhalb, als unterhalb des Wehres, u
in den Strecken, die durch dasselbe begrenzt werden, ei
Gefälle, das abgesehn von dem Einflusse der Kiesfelde
wegen der geringern Breite beider Arme grösser sein m
es im ungetheilten Strome wäre. Sonach ist an jeder
Stelle des Wehres die Niveau-Differenz zwischen Ob
Unterwasser geringer, als sie bei normaler Richtung des
sein würde, und hieraus folgt, dass über jeden Theil des
von bestimmter Länge weniger Wasser abfliesst, als w
ganze Gefälle concentrirt wäre. Im Allgemeinen lässt sich
gleich nicht durch die Rechnung verfolgen, da die lokalen
nisse zu grossen Einfluss darauf haben. Für einzelne Fä
ich aber die Untersuchung angestellt, und immer gefunden,
auch für die Abführung des Hochwassers vortheilhafter sei
wenn die Wehre normal gegen den Strom gerichtet wäre

Zuweilen sind solche schräg gerichtete Wehre aus
Fischwehren entstanden, und ziehen sich alsdann von
Ufern aus schwach convergirend in zwei Armen abwärt
schen welchen am untern Ende eine schmale Oeffnung
worin die Fischnetze ausgespannt wurden. Wenn es die

, einen Strom schiffbar zu machen, wo dergleichen Anlagen -kommen, so bilden sie gemeinhin die grössten Hindernisse, die man überhaupt stösst, und abgesehn von den Schwierigiten, welche das Herausbrechen derselben und die Entfernung Untiefen macht, zu deren Entstehen sie Veranlassung geben haben, so pflegen auch die Entschädigungs-Forderungen gen des Verlustes der Fischerei gewöhnlich sehr hoch gestellt werden. In manchen Fällen hat man durch Schliessung der tern Oeffnung solche Fischwehre in geschlossene Wehre verndelt, wovon Fig. 165 ein Beispiel zeigt, das gleichfalls auf r Ruhr sich vorfindet.

Endlich ist in Betreff der Richtung der Wehre noch darauf fmerksam zu machen, dass sie in einem schiffbaren Strome cht neben dem Fahrwasser liegen, oder wenn dieses der lt ist, sie wenigstens den Schiffsweg nicht vom Leinpfade trenn dürfen. Sobald nämlich das Wasser stark über das Wehr rzt, bildet sich im Oberwasser ein heftiger Strom nach dem hre hin und die Schiffe, die alsdann fahren, werden durch selben gleichfalls angezogen. Dieser Gefahr kann nur dadurch egnet werden, dass die Schiffe bei der Thalfahrt an einem rken Tau vom Ufer aus über die Stelle fortgeführt werden, sie diesem Strome ausgesetzt sind. Erfasst sie aber der om, so sind sie gemeinhin verloren. Besonders gefährlich in dieser Beziehung das Fig. 164 dargestellte Wehr. Der iffahrts-Kanal durchschneidet nämlich das Wehr fast in der tte des Stromes. Bei höherem Wasser kann man die Mündung Kanales nur gewinnen, indem man das Schiff auf der Grenze ischen beiden seitwärts gekehrten Strömungen hindurchsteuert. ne geringe Abweichung nach einer oder der andern Seite führt einen so heftigen Strom, dass man durch Rudern oder Absetzen gen den Grund nicht mehr das Fahrzeug aufhalten und zurückingen kann. Die grössern Schiffe werden an einem Tau vom chten Ufer aus herabgelassen, wobei sie bis zur Kanalmündung erscheeren müssen.

Die Profile der Wehre zerfallen in zwei Hauptklassen, je chdem der Wassersturz entweder noch auf den hintern Theil s Wehres trifft, oder die Strömung möglichst regelmässig darer geführt wird, um jeden unmittelbaren Angriff gegen das

Bauwerk selbst zu verhindern. Gewöhnlich wählt man die
Anordnung. Nichts desto weniger fehlt es auch in diesem
nicht an starken Beschädigungen. Das Wasser wird freili
einer regelmässigen Strömung über das Wehr geführt, und i
es dasselbe nirgend scharf trifft, so ist dieses auch keinem st
Angriffe ausgesetzt. Die Geschwindigkeit aber, die das W
beim Sturze annimmt, und welche unter diesen Umständen
sehr nahe der Fallhöhe entsprechen mag, wird in einer s
regelmässigen Leitung nicht merklich vermindert. Der Stro
also, sobald er das Wehr verlässt, mit einer übermässige
schwindigkeit in das unbefestigte, natürliche Flussbette. Sein
verändert sich hier plötzlich, indem es viel grösser wird,
fehlt hier dasjenige Gefälle, welches zur weiteren Beibeh
derselben Geschwindigkeit erforderlich ist. Es sammelt sic
hier eine grosse Wassermenge an, welche durch den hera
zenden Strom getroffen, theilweise ihm folgt, theilweise, u
leeren Raum auszufüllen, zur Seite oder unter und zuweilen
über jenem Strome fort nach dem Wehre zurückfliesst, u
durch mit der grössten Heftigkeit jene innern Bewegung
Wirbel bildet, welche zu Uferbrüchen und Auskolkungen
lassung geben. Indem diese aber unmittelbar hinter dem
eintreten, so kommt Letzteres gleichfalls leicht in Gefahr,
es nicht besonders tief fundirt ist. In den meisten Fällen
man sich gezwungen, die entstehenden tiefen Kolke mit S
Senkfaschinen oder dergleichen auszufüllen, und sonach
That das Bauwerk so weit zu verlängern, dass es diejenige
mit umfasst, an welcher die erlangte grosse Geschwindigk
Wassers zerstört wird.

Hiernach erscheint es zweckmässiger, die andre Meth
wählen, und schon bei der Erbauung des Wehres darauf
sicht zu nehmen, dass das Wasser dem unbefestigten Str
unterhalb des Wehrs sanft zugeführt wird. Man braucht a
den Abschussboden nicht so weit auszudehnen, indem di
stellung einer recht flachen Neigung nicht mehr nöthig ist.
der Abfallboden recht steil oder, wie es oft geschieht,
senkrecht angelegt wird, so zerstört sich die lebendige
des herabstürzenden Wassers schon beim Aufstossen a
Sturzboden. Dieser muss daher besonders fest construirt u

h entweder wasserdicht sein, damit der Druck des Wassers nicht durch einzelne Fugen auf den losen Untergrund fort- n kann, oder er muss eine solche Dicke haben, dass der , in welchem diese Uebertragung des Druckes stattfinden nte, schon zu lang ist, als dass eine nachtheilige Wirkung das Flussbette darunter noch zu besorgen wäre. Rohe Stein- ittungen pflegen in diesem Falle anfangs schnell zu versinken, der Vertiefung gar nicht Einhalt zu thun; aber wenn man er neue Steine aufwirft, so nehmen die zerstörenden Wir- gen doch bald ab, und hören endlich ganz auf.

Fig. 166 zeigt ein Wehr mit senkrechtem Abfalle, das Felsen gegründet ist, woher eine besondere Sicherung gegen Wirkungen des Wassersturzes dabei entbehrt werden konnte. andre Eigenthümlichkeit zeigt sich noch bei diesem Wehre, man häufig findet. Dieselbe besteht darin, dass der Rücken uerprofile nicht horizontal geführt ist, sondern stromabwärts s ansteigt. Der Grund dieser Anordnung ist wohl vorzugs- e darin zu suchen, dass man den stromaufwärts gekehrten l des Wehrrückens dem Stosse des darüber treibenden Eises ehen und vor demselben sicher stellen will. Vortheilhaft te es immer sein, die obere Kante gleichfalls abzurunden, dieses nach der Zeichnung an der untern geschehen ist. Oft beide Kanten ganz scharf bearbeitet, in welchem Falle die abwärts gekehrte im Profile einen spitzen Winkel bildet und r vorzugsweise sehr leicht abgestossen und beschädigt wird. nfalls ist es aber nothwendig, recht feste und grosse Steine zur ckung der Krone zu wählen. Vor dem Wehre bemerkt man ich noch eine Kiesablagerung, die sich vor solchen senkrecht eführten Wehren immer zu zeigen pflegt, und die sehr steil wenn das Fluthprofil der nächst oberhalb belegenen Strecke eine beschränkte Grösse hat. Entgegengesetzten Falls lagert diese Kiesmasse ganz flach, oder bildet eine vollständige erdeckung des Flussbettes, wovon oben die Rede war.

Will man das Wehr dagegen in der Art anordnen, dass das sser ohne plötzlichen Sturz und unter Beibehaltung der zen Geschwindigkeit recht regelmässig herübergeführt wird, so gt man die in Fig. 167 dargestellte Construction zu wählen. F bezeichnet die Höhenlage des Flussbettes und diese Linie

muss zugleich Tangente an die Curve sein, wodurch das des Wehres begrenzt wird, weil nur in diesem Falle jede liche Unterbrechung in der Richtung des Wassers vermiede *A* sei die Höhe des Wehrrückens, welche man, wie oben geben, mit Rücksicht auf die Fluthverhältnisse und andre Umstände vorher ermittelt haben muss.

Zunächst kommt es darauf an, denjenigen kleinsten mungshalbmesser für den Wehrrücken zu bestimmen, wo Abstossen oder Ausheben der einzelnen Steine nicht mehr werden darf. Man wählt aber den kleinsten Durchmesse in dieser Beziehung als genügend erscheint, weil er der sten Mauermasse und sonach den mindesten Anlagekost das ganze Werk entspricht. Gesetzt *AC* wäre dieser k noch zulässige Halbmesser, so wird damit der Bogen *DA* schrieben.

Um den Krümmungshalbmesser für den untern Th Profils zu bestimmen, pflegt man eine gewisse mittlere N für den ganzen Abschussboden, also für die Sehne *AF* nehmen. In der Figur entspricht diese Neigung der vie Anlage, oder $BF = 4 . AB$. Hiernach bestimmt sich der *F*, und man kann die Hülfs-Linie *AF* ziehen. Im Pun wo sie den erst erwähnten Bogen schneidet, befindet si Ende desselben und hier beginnt der zweite Bogen. Da in seinem Anfangspunkte mit dem vorhergehenden eine schaftliche Tangente haben, und am Endpunkte in die H tale übergehn soll, so darf man nur in dem letzten Pun Senkrechte *FH* errichten und den Radius *CG* verlänger er in *H* diese Senkrechte schneidet, so ist *H* der gesuch telpunkt des zweiten Bogens. Diese Construction gew dessen wenig Genauigkeit, weil die Punkte *C* und *G* neben einander liegen und selbst die Lage des Punktes *G* geringen Convergenz des Bogens gegen die Sehne sich ni hinreichender Schärfe darstellt. Man findet viel sicherer die *H* und *G*, wenn man den Winkel *ACH* construirt, inde ihn doppelt so gross als *AFB* macht. Alsdann ist der bei *C* dem bei *H* gleich und die beiden Dreiecke *GHF* un sind nicht nur ähnlich, sondern auch gleichschenklig, wod Bedingungen der Aufgabe erfüllt werden.

Vas den Vorboden ED betrifft, so wählt man für denselben ge Neigung, welche mit Rücksicht auf die Solidität des werkes am angemessensten erscheint, und construirt ihn in t, dass er sich tangential an den ersten Kreis anschliesst. estimmt diese Neigung gemeinhin so, dass man die Höhe ppelten bis vierfachen Länge der horizontalen Projection macht.

urch das angegebene Verfahren wird freilich ein Profil dar- t, welches von allen scharfen Ecken frei ist, die plötzlichen gänge aus der einen Kreislinie in die andre und wieder r untern Kreislinie in das als eben und beinahe horizontal te Flussbette unterbrechen jedoch sehr auffallend die Gleich- keit der Linie. Dieser Mangel ist um so geringfügiger, h den obigen Auseinandersetzungen es sogar vortheilhafter nt, die regelmässige Bewegung des Wassers auf dem Wehre zu unterbrechen und sogar einen künstlichen Stoss oder laselbst zu bilden. — Wenn man sich indessen, wie es geschieht, die Aufgabe in dem entgegengesetzten Sinn stellt, st sie sich viel vollständiger, als nach der angegebenen action lösen. Ich theile diese Auflösung hier mit, weil e Rechnungen auch bei andrer Gelegenheit in der Praxis umeisters zuweilen vorkommen.

an sucht die Gleichung für eine Curve, wonach das Profil ehres den gestellten Bedingungen vollständig entspricht. öhe des Wehrrückens sei gleich a, die Länge des Wehres m Scheitel des Rückens bis zum Ende des Abschuss- gleich b, und der Krümmungshalbmesser im Scheitel c. iehe durch den Scheitel A (Fig. 170 Taf. XLIV) die Ho- le AE und zähle auf derselben die Abscissen x, während dinaten y lothrecht abwärts gerichtet sind.

ie Bedingungen sind:

ür $x = o$ ist $y = o$

ür $x = b$ ist $y = a$

ür $x = o$ ist die Curve horizontal gerichtet,

ben so für $x = b$

ür $x = o$ ist der Krümmungshalbmesser $= c$

ür $x = b$ ist derselbe unendlich gross.

m diesen sechs Bedingungen zu genügen, muss man sechs

Constanten einführen, wenn daher die Gleichung aus Gl
gebildet wird, welche die Potenzen von x zu Coefficienten h
so wird man eine Gleichung des fünften Grades erhalten.
vorliegenden Falle kann man dieselbe aber auf den vierten
reduciren, wenn man vorläufig die sechste Bedingung unbe
lässt. Es wird sich später zeigen, wie dieselbe dennoch
führt werden kann.

Man erhält sonach

$$y = p + qx + rx^2 + sx^3 + tx^4$$

wo p, q, r, s und t die noch unbekannten Constanten
Die Bedingungs-Gleichungen sind nach der Reihenfolge de
stehenden fünf ersten Bedingungen:

1) $o = p$
2) $a = p + qb + rb^2 + sb^3 + tb^4$

Ferner weil

$$\frac{dy}{dx} = q + 2rx \quad 3sx^2 + 4tx^3$$

3) $o = q$
4) $o = q + 2rb + 3sb^2 + 4tb^3$

Endlich weil

$$\gamma = \frac{(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}}}{dx \, . \, d^2 y}$$

und $\frac{d^2 y}{dx^2} = 2r + 6sx + 12tx^2$

5) $c = \frac{1}{2r}$

c ist positiv, weil für $x = o$ auch $\frac{d^2 y}{dx^2}$
Richtung von y fällt, also positiv ist.

Durch Verbindung dieser fünf Gleichungen findet m
Constanten

$$p = o$$
$$q = o$$
$$r = \frac{1}{2c}$$
$$s = \frac{4ac - b^2}{cb^3}$$
$$t = \frac{b^2 - 6ac}{2cb^4}$$

Indem es gleichgültig ist, in welcher Einheit man die Längen ..., so setze man zur Vereinfachung der Rechnung

$$b = 1$$

Alsdann muss die Höhe des Wehres und der Krümmungs-messer oder a und c gleichfalls durch die Länge des Wehres durch b ausgedrückt werden.

Man erhält hierdurch

$$s = \frac{4ac - 1}{c}$$

$$t = \frac{1 - 6ac}{2c}$$

Die gesuchte Gleichung der Curve ist also

$$y = \frac{1}{2c}x^2 - \frac{1 - 4ac}{c}x^3 + \frac{1 - 6ac}{2c}x^4$$

Wenn c ziemlich klein angenommen wird, so findet man bei ...echnung dieser Curve, dass sie zwar den zum Grunde ge-...en fünf Bedingungen vollständig entspricht, aber dennoch ...t brauchbar ist, weil sie zwischen B und D schon unter die ...e BD herabfällt, alsdann aber wieder sich so hebt, dass sie D in dieser Linie liegt und von derselben tangirt wird. Die ...ndepunkte in der Curve, d. h. diejenigen Punkte, in welchen Linie aus einer Krümmung in die entgegengesetzte übergeht, ...et man, wenn man

$$\frac{d^2y}{dx^2} = o$$

...t. Im vorliegenden Falle erhält man durch eine Gleichung zweiten Grades: es giebt also hier zwei Wendepunkte, und beiden zugehörigen x sind, wenn c klein ist, kleiner als Eins ... als b. Es ist daher nöthig zu untersuchen, wie gross c ...estens sein muss, damit nur ein Wendepunkt zwischen B und ...egt, oder damit y für $x = 1$ ein Maximum wird, d. h. der ...hörige zweite Differenzial-Quotient negativ ist.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{c} - 6 \cdot \frac{1 - 4ac}{c}x + 6 \cdot \frac{1 - 6ac}{c}x^2$$

...$x = 1$ verwandelt sich die Gleichung in

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{c} - 12a$$

$\frac{1}{c}$ darf also nicht grösser, als 12 a sein, und der k
noch zulässige Werth für c ist

$$c = \frac{1}{12a}$$

Nimmt man diesen Werth an, und substituirt ihn in d
stehenden Ausdruck des zweiten Differenzial-Quotienten,
det man die zu beiden Wendepunkten gehörigen Abscissen

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 12a(1 - 4x + 3x^2)$$

$$o = 1 - 4x + 3x^2$$

oder $$x^2 - \frac{4}{3}x = -\frac{1}{3}$$

und hieraus

$$x = \frac{2}{3} \frac{+}{-} \sqrt{\frac{1}{9}}$$

die beiden Werthe von x sind also $\frac{1}{3}$ und 1.

Indem ein Wendepunkt hiernach in D liegt, also der
mungshalbmesser daselbst unendlich gross ist, so wird a
sechste oben aufgestellte Bedingung erfüllt, sobald man den
mungshalbmesser auf das zulässige Minimum reducirt.
giebt man freilich die fünfte Bedingung auf, dass näml
Krümmungshalbmesser eine vorher bestimmte Grösse hab
es kommt indessen hierauf wenig an, da diese vorher
Bestimmung immer sehr willkührlich bleibt. Will man
indessen beibehalten und zugleich die Curve so legen, d
in D einen Wendepunkt hat, so muss man die Gleichu
fünften Grades zum Grunde legen, wodurch die Rechnu
complicirter wird.

Ich will ein Zahlenbeispiel für die angegebene Metho
fügen. Es sei in gleicher Weise, wie Fig. 167 angenomm

$$a = \frac{1}{4}b$$

dann findet man

$$c = \frac{1}{12.a} = \frac{1}{3.b}$$

r $b = 1$

$$a = \frac{1}{4}$$

$$c = \frac{1}{3}$$

ichung der Curve ist alsdann

$$y = 1{,}5 . x^2 - 2 . x^3 + 0{,}75 . x^4$$

ergeben sich die Ordinaten

für x	= 0,0	ist	y	= 0,0000
	= 0,1	-	-	= 0,0131
	= 0,2	-	-	= 0,0452
	= 0,3	-	-	= 0,0871
	= 0,4	-	-	= 0,1312
	= 0,5	-	-	= 0,1719
	= 0,6	-	-	= 0,2052
	= 0,7	-	-	= 0,2291
	= 0,8	-	-	= 0,2432
	= 0,9	-	-	= 0,2491
	= 1,0	-	-	= 0,2500

- erste Wendepunkt liegt bei $x = \frac{1}{3}$, das zugehörige y ist
,1019 und das zugehörige $\frac{dy}{dx}$ gleich $\frac{4}{9}$. Die Tangente ist
elbst 25° 27′ 54″ gegen den Horizont geneigt, und dieses
stärkste Neigung im ganzen Profile. Fig. 171 stellt die
ar und T bezeichnet ihren Wendepunkt.

die Abführung des Wassers dürfte es ein ziemlich gleich-
Umstand sein, ob das Profil aus einer einzigen Curve
oder aus mehreren verschiedenen Linien zusammengesetzt
in den Berührungspunkten dieselben Tangenten haben.
n sich indessen sehr leicht auch die Gleichungen für andre
finden, welche die sonstigen Bedingungen erfüllen, und
re Methode zur Darstellung derselben wäre diese, dass
gewisse Werthe von x die gewünschten y einführt, wo-
ich wieder jede beliebige Bedingung wenigstens nähe-
se erfüllen lässt. Man bildet alsdann eine Gleichung,
so viele unbekannte Constanten erhält, als Punkte zum

Grunde gelegt werden. Dieses Verfahren ist eigentlich anders, als das der Interpolation.

In vielen Fällen giebt man den massiven Wehren ein Profil, wobei die an den Wendepunkt gelegte Tangente sehr geneigt ist und sich zuweilen sogar der senkrechten Ri nähert. Man erreicht dadurch den Vortheil, dass der Sturz sich schon auf dem Wehre selbst bildet und sonach di nichtung des Ueberschusses an lebendiger Kraft für das festigte Flussbette weniger zerstörend ist.

Ein Beispiel hiervon zeigt Fig. 168 auf Taf. XLIII. ist zugleich eine andre eigenthümliche Anordnung des Abs bodens gewählt, welche man mehrfach zur Ausführung g hat. Diese besteht darin, dass der Boden sich bis unt natürliche Flussbette senkt und entweder selbst wieder a oder wie hier gezeichnet, in eine Steinschüttung ausgeht, einem stromaufwärts gekehrten Gefälle sich bis zum Bette Es ist angenommen, dass dieses Wehr auf einem festen erbaut ist, der keine künstliche Fundirung erfordert. Das werk ist nur oberhalb und unterhalb mit einer Spundwand fasst. Diese Spundwände könnten unter ungünstigen Verhäl auch zur Einschliessung einer Betonschüttung dienen. End noch auf die Bekleidung des Wehres mit den gewölbartig deten Steinschichten aufmerksam zu machen. Diese Wöl müssen recht hoch sein, besonders wo sie am stärkste Stosse des Wassers und Eises getroffen werden, weil leicht geschehen könnte, dass sie herausgerissen würde vielen Fällen pflegt man sie in dieser Hinsicht noch durch Klammern zu verbinden, es ist jedoch vortheilhafter dur kere Dimensionen und sorgfältige Arbeit eine solche kü Verbindung, die oft selbst Veranlassung zur Zerstörung entbehrlich zu machen. Dass die Steine aber an sich hinr hart sein müssen, bedarf kaum der Erwähnung.

Fig. 169 zeigt das Wehr, welches Telford bei Salt auf dem Weaver behufs der Verbesserung der Schiffahrt Dasselbe hat gleichfalls ein solches Profil erhalten, dass d des stärksten Wassersturzes schon das Wehr selbst triff Anbringung der beiden Pfahlreihen am obern und unter des Wehres, welches im mittleren Theile auf keinem Pf

, kann nicht als zweckmässig angesehen werden, weil ein eichförmiges Setzen dabei zu besorgen ist. Der Rücken, der grossen Hausteinen besteht, ist sehr solide construirt, und die gewählte Anordnung der Steinschichten, so wie des Fugenittes, verdient ohne Zweifel bei niedrigen Wehren Nachahmung. es Wehr ist bei einer Länge von etwa 120 Fuss bogenförgeführt, so dass das überstürzende Wasser nach der Mitte Flussbettes gewiesen wird. Die Entfernung der beiden in Figur angegebenen Pfahlreihen beträgt 22 Fuss. An der ten Seite schliesst sich an dieses Wehr eine massive Freie an, welche vier Durchflussöffnungen von 4 Fuss Weite hat.

Bei Gelegenheit der massiven Wehre müssen auch diejenigen ähnt werden, welche aus rohen Steinschüttungen been. Man findet sie nicht selten in Gebirgsgegenden, wo grobes material in der Nähe und wohl gar im Flussbette selbst kommt. Die Wehre an der Ruhr gehören hierher. Sie verdienen essen wohl keine Nachahmung, da sie theils nicht dicht sind, viel Wasser durchlassen, theils aber auch sehr bedeutenden häufig wiederkehrenden Beschädigungen ausgesetzt sind. Das rstürzende Wasser bringt nämlich leicht einzelne Steine auf Rücken in Bewegung, und sobald hier einige Unregelmässigentsteht, und die Strömung sich an einer Stelle concentrirt, ist die Veranlassung zu einer noch stärkern Beschädigung sogar zum vollständigen Durchbruch des Rückens gegeben, häufig in kurzer Zeit eintritt.

Die Sicherheit eines solchen Wehres beruht vorzugsweise auf er recht flachen Dossirung des stromabwärts gekehrten Theiles r des Abschussbodens, weil hierdurch das Abrollen der Steine dem Rücken noch am meisten verhindert wird. Eine vierhe Anlage dieser Fläche ist daher wohl die steilste Neigung, man wählen darf. Demnächst würde das Wehr auch noch rch eine Verstärkung erhalten, wenn man den Rücken und chussboden mit grossen Steinen sorgfältig abpflasterte. darf indessen den wesentlichen Unterschied zwischen einem hen Bau und einer Steinbuhne nicht übersehen. Während die ere dazu dient, neben sich ein tiefes und regelmässiges Strom-, und vor und hinter sich Verlandung zu erzeugen, wodurch dem Angriffe des Stromes immer mehr entzogen wird, je mehr

sie ihren Zweck erfüllt; so bleibt das Wehr fortdauernd dem starken Ueberfturz und Angriffe ausgesetzt, ja derselbe verstärkt sich noch, wenn, wie häufig geschieht, tiefe Kolke unterhalb entstehn. Die Möglichkeit eines Durchbruches bleibt also beständig und die Reparatur wird um so schwieriger, wenn die Abpflasterung wieder hergestellt werden muss.

Es ist bisher nur von denjenigen Theilen des Wehres die Rede gewesen, welche den Stau verursachen und vom Wasser überströmt werden, also von dem Rücken und dem Vor- und Abschussboden. Jedes Wehr muss ausserdem aber noch Seiteneinfassungen gegen die Ufer erhalten, damit diese bei dem verstärkten Strome nicht leiden, wodurch leicht eine Seitenöffnung entstehn, und das Wehr umströmt werden könnte. Diese Vorsicht ist aber noch besonders deshalb nothwendig, weil der Rücken des Wehres jedesmal tiefer, als die nebenliegenden Ufer gehalten wird, damit der Hauptstrom immer über das erstere fortgeht.

Die Seiteneinfassungen bestehn bei gemauerten massiven Wehren aus gewöhnlichen Futtermauern, die bis zur Uferhöhe heraufgeführt sind. Man giebt ihnen zuweilen eine schwache Neigung in der stromwärts gekehrten Fläche; auch geschieht es nicht selten, dass sie neben dem Wehrrücken lothrecht stehn, stromauf- und abwärts aber immer stärker geneigt sind, so dass sie an dem Ende des Vorbodens wie des Abschussbodens schon so flach liegen, dass ein Perré angeschlossen werden kann, welches bald in die Dossirung des unbefestigten Ufers übergeht. Wenn diese Anordnung nicht gewählt ist, und die Mauern durchweg lothrecht, oder beinahe lothrecht aufgeführt sind, so müssen zur Bildung eines Anschlusses an das unbefestigte Flussufer, am obern wie am untern Ende Flügelmauern angebracht werden, die in die Ufer treten. Damit bei dieser Anordnung jedoch keine scharf vortretenden Ecken entstehn, welche das Profil des Flusses plötzlich verengen würden, so dürfen die Seitenmauern sich nicht in gerader Linie neben dem Wehre hinziehn, sondern müssen von dem Wehrrücken ab sowohl auf-, als abwärts sanft in die Ufer zurücktreten (Fig. 176 *a* auf Taf. XLIV. zeigt diese Anordnung bei einem hölzernen Wehre). Es entsteht dadurch allerdings der Nachtheil, dass an der Stelle, wo der Wehrrü[illegible] liegt, das Profil nicht nur in der Tiefe, sondern auch in der

e am stärksten beschränkt ist; dieser Uebelstand ist aber zu umgehn, wenn man neben dem Wehre regelmässige Ufer-n bilden will, was doch nothwendig ist.

Besteht das Wehr nur aus einer rohen Steinschüttung, so t man diese bis zu den Uferrändern heraufzuführen und da-h die letztern zu decken.

§. 86.

Halbmassive Wehre.

Der eben erwähnte Uebelstand der aus roher Steinschüttung ehenden Wehre, dass nämlich die Strömung sich an einzelnen len des Rückens leicht concentrit und hier einen Durchbruch ursacht, lässt sich dadurch vermindern, dass man einen starken m oder einen Balken in den Wehrrücken legt. Derselbe ist essen nicht gehörig befestigt, wenn man ihn nur durch die egen gepackten Steine zu halten versucht, und ausserdem ist Höhe des einzelnen Balkens so geringe, dass leicht eine starke ömung, die wieder verderblich werden kann, sich unter dem-ben bildet.

Man zieht es daher vor, eine vollständige **Holzwand**, die m Flussbette bis zum Wehrrücken aufsteigt, darzustellen. Am fachsten geschieht dieses, wenn die übereinandergelegten Baum-mme oder Balken nur durchlocht und durch hölzerne **Nadeln** bunden werden, wie dieses bei Gebirgsströmen, wo Steine wie lz wenig Werth haben, häufig geschieht. Eine solche Wand d durch den Druck der von beiden Seiten dagegen gepackten ine schon einigermaassen gehalten, aber jedenfalls verdient es Vorzug, ihr auch eine solide Verbindung mit dem Flussbette geben.

Namentlich, wenn das Bette in eine Felsbank eingeschnitten und wie gewöhnlich durch die Strömung und das Eis und über geführtes Gerölle ziemlich eben geschliffen ist, so muss besorgen, dass bei starken Anschwellungen das ganze Wehr gerissen wird, wie massive Buhnen, und selbst wenn sie aus ssen Steinen construirt sind, unter ähnlichen Umständen bei hwasser zuweilen spurlos verschwinden. Das Einrammen der hle ist in Felsboden gemeinhin unmöglich, und wenn die Pfähle

auch etwas eindringen sollten, so wird der umgebende Fels so zerklüftet, dass sie keinen festen Stand erhalten. Es ist angemessner, statt derselben starke *eiserne Bolzen* anzuw Man bohrt Löcher von einer Weite, die der Stärke der B entspricht, in den Felsen ein und zwar 12—18 Zoll tief. untere Ende jedes Bolzens wird durch einen Sägeschnitt ges und ein eiserner Keil von der Breite des Bolzens und v erforderlichen Stärke wird mit der Schneide in den Spal gesetzt. Indem man den Bolzen nun in das Bohrloch a durch sanfte und später durch recht kräftige Hammerschläge treibt, dringt der Keil tiefer in den Bolzen ein, drängt beide Seiten aus einander und verursacht dadurch ein so Klemmen, dass der Bolzen endlich ganz fest darin steckt. Balken werden alsdann an den entsprechenden Stellen durc auf die Bolzen aufgezogen, und Schraubenmuttern am obern der Bolzen geben der ganzen Verbindung die gewünschte F keit. Fig. 172 zeigt diese Anordnung im Querschnitt, und dabei nur zu bemerken, dass man für die gehörige Abwech der Stösse der Balken sorgen muss.

Besteht das Flussbette aus aufgeschwemmtem Boden, so man die Balkenwand gegen eingerammte *Pfähle* lehnen. giebt der Wand in diesem Falle häufig eine geringere S so dass sie nur aus Halbholz, oder wohl gar nur aus B besteht. Gewöhnlich wird sie alsdann aber mit einem Holm sehn, der in der Höhe des Wehrrückens liegt. Der N solcher Wehre ist sehr schwierig, indem der Grund durc Steinschüttung so unrein wird, dass man später keine Pfähle einrammen kann und man sich damit begnügen muss, die Pfähle aufzupfropfen, oder auf andere Weise die Holzwand dieselben gehörig zu stützen.

Durch Anbringung *mehrerer Holzwände* kann m Länge des Wehres, in der Richtung des Stromes gemessen deutend vermindern. Besonders geschieht dieses, wenn ma Vorboden zwischen zwei Wände einschliesst. Es giebt auch dieser Art, denen der Abschussboden ganz fehlt, und welche selbe Profil, wie das Fig. 166 dargestellte massive Wehr

In diesem Falle stürzt das Wasser senkrecht von der g Höhe des Wehres herab; es muss daher für ein festes Stur

gt sein, damit keine Auskolkung entsteht, die den Ruin des n Wehres zur Folge haben könnte. Häufig vertheilt man aber das Gefälle, indem eine oder mehrere Wände in dem Absboden angebracht werden, welche stufenförmige Absätze sogenannte Pritschen darstellen. Fig. 173 zeigt einen en Bau mit einer Pritsche. Dabei ist die Anordnung gen, wie es häufig geschieht, dass man das Wasser nicht unbar auf die Steinpackung fallen lässt, wodurch diese leicht ordnung kommen könnte, darüber vielmehr einen Bohlenboden ngt.

Ein solcher stufenförmiger Abschussboden befindet sich auch n, in der Oder vorkommenden sogenannten Stangenwehren. 174 deutet die Construction derselben an. Die Wände be hier nur aus verholmten Pfahlreihen, die etwa in 6 Fuss nd von einander angebracht sind. Der innere Raum ist mit hinen und darüber mit Steinen ausgepackt. Der eigentliche hussboden besteht aber aus schwachem Rundholz von 30 bis Fuss Länge und 6 — 8 Zoll Stärke am Stammende. Die me werden, wie die Figur zeigt, schräge eingetrieben und so, dass das Stammende jedesmal stromabwärts gekehrt ist, den Holm einer Pfahlreihe überdeckt. Man bemüht sich, diese hölzer, wo sie frei liegen, möglichst nahe an einander zu en; nichts desto weniger bleiben doch immer grosse Zwischen-e, und sowohl das hindurchstürzende Wasser, als dasjenige, es unmittelbar aus dem Oberwasser durch das Wehr fliesst, sacht in der losen Packung des eigentlichen Wehrkörpers rosse Beschädignngen, dass sehr häufige Reparaturen hierbei meidlich sind.

Demnächst wendet man auch bei Wehren die bereits be-ebnen Senkkasten an (§. 74 und Fig. 100 Taf. XXXVII). nders geschieht dieses häufig in Nord-Amerika. Das Wehr, rch der Schuylkill bei Fair-Mount angespannt wird, um die erleitungen von Philadelphia zu speisen, ist in dieser Art t. Fig. 175 *a* zeigt den Durchschnitt und Fig. 175 *b* einen der stromabwärts gekehrten Seite. Zur Erklärung der Zeich- ist nur zu bemerken, dass dieser Damm 1204 Englische 1169 Preussische Fuss lang ist, und die Anschüttung auf stromaufwärts gekehrten Seite des Dammes aus dem Material

des Flusses, nämlich Sand, Erde und kleinem Geschiebe und dieses in kurzer Zeit sich so dicht ablagerte, dass das sickern des Wassers aufhörte. Der Bau ist in den Jahren bis 1823 ausgeführt.*) Auch für den Staudamm im Crot das Wasser 38 Fuss anspannt, und zur Speisung der leitungen in New-York dient, hat man in der neuesten Z selbe Construction gewählt.**)

§. 87.

Hölzerne Wehre.

In vielen Fällen ist das Steinmaterial so kostbar, dass entweder gar nicht, oder doch nur in geringem Maasse an darf. Dieses findet namentlich in Nord-Deutschland stat hier hat sich eine Constructionsart in Holz ausgebildet, die beschrieben werden muss. Es zeigen sich darin freilich manche Verschiedenheiten, die jedoch weniger wesentlich si bei Angabe der einzelnen Theile der Construction berühr den können.

Bei Anwendung des Holzbaues darf man das Profil nich durch eine Curve begrenzen, und ebenso wenig darf au Längenaxe gekrümmt sein. Man muss vielmehr für das gebrochne Linien wählen. Die hölzernen Wehre sind aber in ganz gerader Richtung quer durch den Fluss gezogen und Bemerkung gilt auch zum Theil für die im vorigen Para behandelten halbmassiven Wehre.

Der Rücken des hölzernen Wehres besteht jedesmal aus Fachbaume, der auf einer Spundwand ruht; er trennt die geneigten Böden des Wehrs. Die Spundwand an sich kan wasserdichten Schluss nicht bilden; ein solcher ist aber dri nöthig, weil der eigentliche Körper des Wehrs nur aus besteht, die bei starkem Durchquellen fortgespült werden wodurch das ganze Wehr nicht nur seinen Zweck verfehlen,

---

*) *Public Works in the united states of America.* London *pag.* 105 ff.

**) *Schramke, description of the New-York Croton Aq* *New-York and Berlin* 1843.

auch zerstört werden müsste. Man bildet daher einen mög- st compacten Thondamm, und sichert denselben seitwärts durch ndwände und von oben durch einen Bohlenboden. Hieraus teht die Figur 176 dargestellte Construction.

Der Thondamm wird häufig, wie dieses auch in der Figur enommen ist, ebensowohl unter dem Vorboden als unter dem ter- oder Abschussboden angebracht. Er erstreckt sich jedoch fig nicht unter dem ganzen Hinterboden fort, sondern nur etwa zum dritten Grundbalken. Es entsteht aber die Frage, welcher beiden Dämmen der wichtigere ist, den man also mit beson- er Sorgfalt ausführen und auch in dem Falle darstellen muss, n man etwa eine Spundwand und einen der beiden Dämme lassen will. Man überzeugt sich leicht, dass der wasserdichte luss unter dem Rücken des Wehrs stattfinden muss, denn n ein solcher hier fehlt und das Wasser daselbst hindurch- ngt, so wird es auch im Abschussboden nicht mehr zurück- alten werden können, weil dieser nicht in so innige Verbindung der Thonmasse angebracht werden kann, wie die Spundwand, gen welche der Thon fest angestampft wird. Die Frage reducirt h sonach darauf, ob der Anschluss des Thondammes gegen Spundwand auf der stromaufwärts, oder der stromabwärts ehrten Seite das Durchdringen des Wassers sichrer verhindert. m satarken Feststampfen legt sich der Thon scharf gegen die ndwand, füllt alle Unebenheiten derselben aus und dringt auch hre Fugen hinein. Diese innige Berührung wird auf der strom- wärts gekehrten Seite noch durch den Wasserdruck befördert, rend auf der entgegengesetzten Seite der Wasserdruck auf Trennung beider hinwirkt. Hiernach muss man den wasser- ten Schluss auf der stromaufwärts gekehrten Seite als beson- wichtig ansehn. Man könnte freilich vermuthen, dass der serdruck vergleichungsweise gegen die Kraft, womit der Thon gestampft wird, nur sehr unbedeutend wäre, und vielleicht gar e Berücksichtigung verdiente. Nichts desto weniger muss man bei auch den Umstand beachten, dass das Holz und selbst der n bei eintretender Trockenheit schwindet und sonach in diesem e die Wirkung des Stampfens in Betreff des innigen Schlusses schen beiden zum Theil aufhört, woher der Effect des Wasser- cks mehr Einfluss erhält.

Es giebt indessen noch andre Gründe, welche den w dichten Schluss an der stromaufwärts gekehrten Seite des rückens als den wichtigeren erscheinen lassen. Hierher besonders der Umstand, dass das Wasser sich über dem Vo noch regelmässig bewegt, während es auf dem Abschus schon stark herabstürzt, daher beim Durchdringen durch die des Bohlenbodens den darunter befindlichen Thondamm angreift und leichter zerstört. Endlich pflegt man den Abs boden bis zum Flussbette herabzuführen, will man ihn dahe gar zu lang machen, so muss man ihm eine starke Neigung dadurch entsteht dicht hinter der Spundwand, die unter dem rücken sich befindet, eine ziemlich scharfe Kante, welch Wasser leichter durchdrungen wird. Der Vorboden brauch gegen das Flussbette nicht zu erreichen, man kann ihm jede beliebige sanfte Neigung geben und jene scharfe Kante vermeiden.

Die **Anordnung** des Wehres ist folgende. Die Hö Fachbaums ist durch die Stromverhältnisse gegeben. Der **boden** muss einige Neigung nach vorn erhalten, damit die st Verengung über dem Fachbaume stattfindet, und die herüb benden Eisschollen nicht etwa gegen den vordern Rand Bodens stossen. Es ist vortheilhaft, wenn dieser Rand i unter dem Oberwasser liegt. Der **Abschussboden** sc sich an der andern Seite gegen den Fachbaum und erstreckt wenigstens so weit, dass er selbst beim niedrigsten Wasser noch in das Unterwasser herabreicht. Die Breite des Vorb bestimmt sich dadurch, dass der darunter befindliche Thon hinreichende Stärke erhält: die des Abschussbodens ist da durch dessen Neigung bedingt. Je flacher die letztere angeno wird, um so fester wird der ganze Bau, und um so weniger Beschädigungen in Folge der Auskolkungen des Flussbettes gesetzt. Gewöhnlich entspricht die Neigung der sechsfache dreifachen Anlage.

Der wasserdichte Thondamm muss an beiden Seiten Spundwände eingeschlossen sein, weil nur in diesem Fall festes Anstampfen erfolgen kann. Die **Spundwände** r aber bis in die beiderseitigen Ufer, um auch hier das Durchd des Wassers zu verhindern, und der **Thondamm** erstreckt

o weit, als sie selbst. Ausserdem ist er nach Maassgabe absichtigten Staues und der Beschaffenheit des Bodens auch Flussbette mehr oder weniger tief eingeschnitten.

ie Spundwände allein tragen die darauf zu legenden Fach- nicht sicher: diese müssen vielmehr noch durch daneben te **Pfahlreihen** unterstützt werden. In sofern aber der Anschluss des Thondammes an eine Spundwand durch die stehenden Pfähle verhindert wird, so muss die Pfahlreihe dem Hauptfachbaume an derjenigen Seite der Spundwand wo der Damm von minderer Bedeutung ist, also nach der Auseinandersetzung auf der stromabwärts gekehrten Seite. irde sich hiernach auch rechtfertigen, wenn man die Pfahl- welche den Fachbaum vor dem Vorboden unterstützt, an die e oder die stromaufwärts gekehrte Seite der Spundwand wollte. Ich habe diese Anordnung indessen nicht gewählt, ie ganz ungewöhnlich ist, und man die Wehre, wie jeden Bau, mit den Spundwänden umschliessen mag, was in r Beziehung allerdings vortheilhaft ist.

m untern Ende des Abschussbodens ist gemeinhin noch eine **Spundwand** angebracht: dieselbe ist in Betreff des dichten Schlusses allerdings entbehrlich, da jedoch das Wasser den Ueberstürz in heftige Bewegung versetzt wird, und trotz bringung des Sturzbettes leicht Auskolkungen im Flussbette n, so ist der dichte Schluss auch hier von Wichtigkeit. man ihn nicht anbringt, so muss man besorgen, dass unter bschussboden leere Räume entstehn, die leicht ein Durch- des Wassers begünstigen und für den ganzen Bau ge- h werden können.

ie sämmtlichen **Fachbäume** und besonders der Haupt- um werden mit besondrer Vorsicht aufgebracht; nachdem h die ganze Spundwand mit einem durchgehenden Zapfen n, und der Fachbaum gehörig aufgepasst ist, so wird dieser mit Leinwand umschlagen, die vorher in heissen Theer kt worden. Der Fachbaum wird alsdann mit Hülfe von ammen fest aufgetrieben und mit eisernen Klammern an die wand befestigt.

er Vorboden, wie der Abschussboden, besteht aus **Bohlen.** diese aber weder durchbiegen, noch auch sich werfen, dürfen

Es giebt in
dichten Schluss
rückens als den
besonders der Un
noch regelmässig
schon stark hera
des Bohlenboden
angreift und lei
boden bis zum B
gar zu lang ma
dadurch entsteht
rücken sich bef
Wasser leichter
gegen das Flus
jede beliebige s
vermeiden.

Die Anor
Fachbaums ist
boden muss ei
Verengung über
benden Eisscho
Bodens stossen
unter dem Ob
sich an der and
wenigstens so
noch in das U
bestimmt sich
hinreichende St
durch dessen N
wird, um so fe
Beschädigungen
gesetzt. Gew
dreifachen Anl

Der wass
Spundwände
festes Anstam
aber bis in di
des Wassers

Länge frei liegen. Man legt d
von Mitte zu Mitte und zwar para
undbalken, auf welche die Bohl
undbalken ruhen auf Pfählen, die
Abstand von einander eingeramm
en sich gleichfalls einige Fuss w
res hinaus.
f den Grundbalken, und sonach
deutend, aber sehr wichtig ist e
wischen beiden besteht. Das d
greift alle Oberflächen des Holz
merklich an, und verzehrt d
brechen alter Wehre, dass die
gen die zugehörigen Zapfenlöc
Um ohnerachtet dieser Verä
zu sichern, stellt man die
oste in gerade Linien, sond
r einen und der andern Seite
rsieht sie mit Blattzapfen
d mittelst starker Nägel ode

meinhin aus 3 oder 4zöllige
ndbalken und Fachbäume
schieht dieses mit eiserne
Anbringung einer Spundu
, ist dabei nicht üblich, a
geschwächt wird, der Ze
n werden daher nur ge
enagelt. Um indessen
durch die Fugen zu ve
nageln, die, sobald sie
rden müssen.
zeichnet die Höhe de
t, den Bohlenbelag d
uch durch irgend eine
diesem Grunde muss d
nschliesst, mit Falze
Die Falze müssen

n, dass die Bohlen noch auf den Fachbaum
nnen. Sollte die Stärke des Fachbaumes hierzu
legt man Grundbalken unmittelbar daneben,
Bohlen befestigt werden, während sie in einen
Zoll breiten Falz des Fachbaumes noch eingrei-
Anordnung genügt für den letztern schon eine
Zoll, wobei der mittlere Theil, der nicht durch
bedeckt wird, 10 Zoll breit bleibt. Ist der Fach-
rk, so darf man nur an einer Seite einen Grund-
r daneben legen, und bei 18 Zoll Stärke lassen
enböden schon sicher darauf befestigen. Diese
ründen sich nur für den Hauptfachbaum, die bei-
hbäume, welche das Wehr an der obern und
grenzen, können unbedenklich durch den Bohlen-
t werden, wodurch die Construction viel einfacher
desto weniger werden die Bohlen auch hier ge-
in der Figur gleichfalls angenommen ist, in Falze

stigung der Fachbäume erfolgt zwar sehr sicher,
Spundpfähle mit durchgreifenden Zapfen versehn
n in der Längenrichtung des Fachbaumes, nachdem
ebracht ist, durch eingesetzte Keile auseinander treibt.
dung ist jedoch für die freiliegenden Theile des Fach-
t angemessen. Wenn also der Bohlenbelag nicht ge-
bergreift, so ist es vorzuziehn, die Befestigung durch
rne Klammern, die von der Seite in den Fachbaum
Spundwand eingetrieben werden, darzustellen.
etreff der Ausführung und der Reihenfolge der ein-
beiten muss daran erinnert werden, dass zuerst für eine
tige Ableitung des Flusses zu sorgen ist, oder wenn eine
sich nicht darstellen lässt, der Bau des Wehres nicht im
, sondern nur theilweise erfolgen kann, weil sonst der
ganz gesperrt werden würde. Die Baustelle wird demnächst
Fangedämmen eingeschlossen, und, während das Quellwasser
gepumpt wird, bis zur erforderlichen Tiefe ausgehoben. Gleich-
g werden die Rammarbeiten begonnen, und zwar zuerst für
Spundwände, und demnächst für die Grundpfähle. Die Aus-
bung wird bis in die beiderseitigen Ufer ausgedehnt, und die

Spundwände erstrecken sich über die Baugrube hinaus bis in den festen Boden. Während man die Fachbäume aufbringt und die Pfähle abschneidet, und mit Blattzapfen versieht, wirft man den **Thon** in dünnen Lagen in die Baugrube. Derselbe muss mit moglichster Sorgfalt zwischen den Pfählen angestampft werden, er darf daher nicht so stark durchnässt sein, dass er eine breiartige Masse bildet und eben so wenig darf er ganz trocken sein. Wenn aber das Quellwasser, wie gewöhnlich, die unterste Lage starkt erweicht, so ist es angemessen, für diese recht trocknen Thon zu wählen, der möglichst schnell, also bevor er sich vollgesogen hat, mit der Handramme befestigt wird. Die folgenden Lagen, die nicht stärker als 6 Zoll sein dürfen, weil der Stoss der Handramme bei grösserer Stärke die Compression nicht mehr sicher bewirkt, müssen denjenigen Grad von Feuchtigkeit erhalten, wobei das Anstampfen am wirksamsten ist, d. h. der Thon muss in kleinen Massen sich noch kneten lassen. Dieses ist aber gerade derselbe Grad der Feuchtigkeit, in welchem man ihn gewöhnlich schon vorfindet.

Neben der Hauptspundwand, also unter dem Rücken des Wehres muss der Schluss besonders dicht sein. Aus diesem Grunde beginnt man jedesmal das **Stampfen** an der äussern Seite der Lage, und beschliesst es mit recht kräftigen Stössen unmittelbar an der Spundwand und rings um die davor stehenden Pfähle. Die Lagen dürfen aber nicht horizontal bleiben, sondern sie müssen nach und nach die Neigung des darüber anzubringenden Bohlenbodens annehmen. Zu diesem Zwecke erhalten sie eine ungleichmässige Stärke und werden an der Seite des Wehrrückens höher geschüttet, als an dem äussern Ende. Ist auf diese Weise der Thonboden bis zur untern Fläche der Grundbalken aufgeführt, so werden diese verlegt, worauf in gleicher Weise der Thonschlag bis zur untern Fläche des Bohlenbodens fortgesetzt, und endlich für eine recht sorgfältige Abgleichung der Oberfläche gesorgt wird, damit die Bohlen nicht nur auf den Grundbalken, sondern auch auf dem Thondamme aufliegen und dazwischen keine hohlen Räume bleiben.

Ueber das Aufbringen des **Bohlenbelages** ist nur zu erwähnen, dass das Ende jeder Bohle auf einen Grundbalk… einen Fachbaum treffen muss. Dieses würde bei der versch…

e des Wehres (indem dasselbe über dem Hauptfachbaume ähnlich etwas eingezogen ist) nicht möglich sein, wenn man Bohlen parallel bearbeiten wollte. Man muss daher meh- der zunächst an den Seitenwänden aufzunagelnden Bohlen der einen Seite etwas verjüngen, damit die Fugen, welche er Mitte des Wehres parallel zur Axe des Stromes gerichtet , nach und nach in die Richtung der Seitenwand übergehen keine Bohle in eine scharfe Spitze ausläuft. Die Figur stellt Anordnung dar, so wie sie auch zeigt, dass die Bohlen, n sie nicht die volle Länge des Abschussbodens haben, nicht eln, sondern zu mehreren über denselben Grundbalken ge- sen werden. Dieses geschieht, um die Bohlen in ihrer vollen te benutzen zu können, ohne dass es erforderlich wird, jeder le dieselbe Breite zu geben, welche die in ihrer Verlängerung ende hat. Endlich werden gemeinhin noch schwache Latten die Fugen der Bohlen genagelt. In den Stossfugen ist dieses ehrlich, weil dieselben schon durch die Grundbalken ge- kt sind.

Wenn der Fluss wenig Wasser liefert, so wird dieses ge- nhin durch die Mühlenanlagen zur Seite des Wehres ver- ucht, so dass zur Zeit der Dürre über das letztere nichts ab- sst, und daher sowohl der Rücken als der Abschussboden zu ten trocken liegen. Für den Rücken oder Hauptfachbaum ist er Umstand weniger bedenklich, insofern er in das Oberwasser cht, und von diesem benetzt wird, oder wenigstens mit dem hten Thondamme immer in Berührung bleibt. Der Bohlen- g des Abschussbodens leidet dagegen sehr stark in Folge der echselnden Benetzung und Austrocknung. Dabei tritt aber der Uebelstand ein, dass bei anhaltender Dürre die Bohlen k schwinden, reissen und sich werfen, und sonach bei der nden Ueberströmung die Fugen anfangs weit geöffnet sind. hiergegen das Wehr zu sichern, und um überhaupt den häu- Reparaturen des Belages des Abschussbodens zu begegnen, derselbe zuweilen mit einem Pflaster bedeckt. Man darf ssen nicht hoffen, dass ein einfaches Pflaster, auf den Thondamm tzt, der Ueberströmung lange Widerstand leisten wird. Das sser dringt vielmehr in die Fugen, spült dieselben aus und Steine versinken entweder, oder werden fortgerissen, so dass

der ganze Abschussboden seine Decke verliert. Ein bedeu
Wehr wurde in dieser Art, und zwar sowohl im Vorboden
im Abschussboden behandelt, man hatte aber noch zu me
Sicherheit über die Grundbalken andre Balken gelegt und
verkämmt, so dass ein sehr fester Rost entstand. Die Felde
selben waren sorgfältig mit grossen Sandstein-Quadern ausg
und überhaupt der ganze Bau sehr solide und tüchtig ausg
Bei einer starken Fluth löste sich aber die Steindecke, di
zelnen Steine versanken, und der Thondamm des Unter
wurde so stark beschädigt und auseinander gerissen, dass
die Spundwand ihre Haltung verlor und einzelne Spundpfähle
die Rostfelder des Abschussbodens heraustrieben. Der B
belag, den man später aufbrachte, hat das Wehr seit einer
Reihe von Jahren vollständig geschützt.

An andern Wehren bemerkt man, dass das Pflaster ge
Haltbarkeit hat; es scheint dazu indessen erforderlich, da
Pflastersteine wieder auf andern Steinen ruhen, und dass
haupt die Steindecke so stark und zugleich so dicht gesch
ist, dass die Bewegung des Wassers sich nicht durch si
durch fortsetzen und den aufgeschwemmten Boden, der den
grund bildet, angreifen kann.

Ueber die Verbindung des Wehres mit dem Ufe
die Darstellung eines gehörigen Anschlusses an letzteres m
noch einige Umstände erwähnt werden. Es kommt zunächst
auf an, ein starkes Durchsickern des Wassers durch das
zu verhindern, wodurch dieses leicht aufgelockert und endlich
gar durchbrochen werden könnte, so dass der Fluss zur Sei
Wehres sich einen neuen Weg eröffnete. Um dieses zu verhin
werden, wie bereits erwähnt, die Spundwände und die Thond
bis in das feste Ufer fortgesetzt. Wenn man aber diese
setzungen der Spundwände in gleicher Höhe, wie im Wehre
hält, so ist das Durchsickern des Wassers durch das Ufer
nicht vollständig vermieden, und zwar um so weniger, als
die Fugen der hölzernen Seitenwände des Wehres dem W
überall das Eindringen sehr erleichtern. Man lässt dahe
solchen Wehren, die einen starken Stau erzeugen und einer he
Ueberströmung ausgesetzt sind, die ins Ufer greifenden Theil
Hauptspundwand höher heraufreichen, so dass sie nahe den Wa

erühren. Die Befestigung der Fachbäume, die in veren Höhen liegen, erfordert alsdann eine besondere Vorsicht. tlern Theil derselben darf man nicht neben der Seitenwand den, weil hierdurch der wasserdichte Schluss aufgehoben, Fachbaum selbst weniger sicher liegen würde, als wenn r in das Ufer träte. Man wählt vielmehr die in Fig. 176 in der Seitenansicht und im Längen-Durchschnitte dar- Construction. Einige der nächsten Spundpfähle werden derselben Höhe wie die mittlern abgeschnitten, und der chbaum erstreckt sich über sie fort, während er zugleich genden höhern Spundpfahl mit einem oder zwei Blättern umfasst. Auf dem Fachbaume wird der Stiel aufgezapft, Wehr zur Seite begrenzt, und zwischen diesen und den höhern Spundpfahl stellt man kurze Bohlen oder Stücke z, die gleichfalls gespundet sind und die Ergänzung der and bilden. Die Zapfen, mit welchen diese kurzen Stücke d unten versehn sind, greifen in die fortlaufenden Zapfeneider Fachbäume ein, und die letzte dieser Bohlen fasst r Feder in die Spundung des erwähnten Stieles. Wenn der obere Fachbaum aufgelegt und durch einen eisernen mit diesem Stiele, oder dem darauf befindlichen Holme en wird, so ist die ganze Wand nicht nur fest zusammensondern bis zum obern Fachbaume ebenso dicht gen, wie jede andre Spundwand.

beiden **Fachbäume zur Seite** des Wehres, welche hnten höhern Flügel der Hauptspundwand bedecken, werwöhnlich so hoch gelegt, dass nur eben die Grasnarbe des grundes sich darüber bilden kann; in vielen Fällen liegen h in der Höhe des Wiesengrundes selbst, und oft sogar . Wenn die letzte Anordnung in mehrfacher Beziehung assend ist, so werden die Fachbäume und Spundwände ich in der Höhe des Wiesengrundes schon oft trocken und onach bald in Fäulniss über. Sie lassen sich viel länger iren, wenn man den Thondamm bis zu ihrer vollen Höhe ihrt, und überhaupt jede unmittelbare Berührung der vegehen Erde mit ihnen verhindert. Ausserdem kommt hierbei er Umstand in Betracht, dass der Thondamm selbst, der sie angestampft ist, sie auch sehr kräftig schützt, so dass

ein Durchbruch nicht leicht zu besorgen ist, selbst wenn sie schon stark angefault sind. Nichts desto weniger hat man doch zuweilen auch andre Maassregeln angewendet, wodurch das Eintreten der Fäulniss verhindert wird. Man lässt nämlich den Hauptfachbaum in der Höhe, die er im Wehre selbst hat, über die ganze Länge der Spundwand fortlaufen. Er ist alsdann ebenso, wie die Spundwand, der Gefahr einer baldigen Fäulniss entzogen, weil das Erdreich bis zum Wehrrücken immer nass zu bleiben pflegt. Auf den Fachbaum stellt man aber eine Mauer aus gebrannten Steinen, einen Stein stark. Dieselbe würde an sich wenig stabil sein, sie erhält aber eine sichere Unterstützung, indem von beiden Seiten aus die Thondämme dagegen gestampft werden. Es ist hierbei nothwendig, das Anschütten und Anstampfen gleichmässig vorzunehmen, weil die Mauer sonst leicht umgeworfen werden könnte. Auf solche Weise lässt sich allerdings der nachtheilige Einfluss des abwechselnden Nasswerdens und Trocknens der Wand aufheben, es entsteht dabei aber die Frage, ob eine solche lose Wand überhaupt noch von Nutzen ist, und ob man nicht das Durchdringen des Wassers ebenso vollständig verhindern kann, wenn die beiden Thondämme vor und hinter der Spundwand sich unmittelbar berühren, oder ohne Unterbrechung einen einzigen Damm bilden.

Die *Wände*, welche das Wehr zu beiden Seiten gegen die Ufer begrenzen, sind nichts andres, als gewöhnliche Uferschälungen. Jedenfalls müssen sie die Uferhöhe oder den Horizont des Thalgrundes erreichen, ohne ihn zu übersteigen, denn nur in diesem Falle schützen sie das Ufer gehörig und geben keine Veranlassung zur Bildung von Seitenströmungen. Sie müssen auch, wie bereits bei Gelegenheit der massiven Wehre (§. 85) erwähnt, von dem Wehrrücken ab, sowohl stromauf- als abwärts etwas divergiren, und an den Enden mit Flügeln versehn sein, um gehörige Anschlüsse an die Ufer zu bilden.

Die Seiten-Einfassungen der hölzernen Wehre werden zuweilen auch *massiv* aufgeführt, um den häufigen Reparaturen und Umbauen zu begegnen. Für diesen Fall gilt Alles, was hierüber bei Gelegenheit der massiven Wehre gesagt ist (§. 85 [illegible] fragt sich nur, in welcher Weise der hölzerne Boden nebst den Grundbalken und Fachbäumen an die Mauern angeschlossen werden.

die Fachbäume in die Mauer eingreifen müssen, so wird se nicht füglich anders als auf einem Pfahlroste fundiren Am einfachsten wäre es, in diesem Falle die Rostschwel- ittelbar unter die Grundbalken zu legen, und letztere als zu benutzen. Dabei würde indessen zunächst der Uebel- ntreten, dass die Oberfläche des Rostes stark gegen den t geneigt werden müsste, während kein Seitendruck in r Richtung gegen die Rostfläche stattfände, und sonach leiten des Mauerwerks oder eine Trennung beider Theile n über dem Fachbaume besorgt werden könnte. Doch en hiervon, verbietet sich eine solche Anordnung auch da- dass die Rostpfähle und Rostschwellen nebst ihrem Belage te des Abschussbodens und besonders in der Nähe des ckens zuweilen über Wasser liegen würden. Der Rost denfalls unter dem kleinsten Wasser bleiben, und insofern ie desselben für das Ober- und Unterwasser verschieden ist es am vortheilhaftesten, die Mauer unterhalb der Haupt- and tiefer herabzuführen, als oberhalb derselben, und für ieser Theile den Rost besonders und zwar horizontal zu Die Fachbäume nebst den Spundwänden müssen daher, die Mauer darüber liegt, in dieselbe hineingreifen, die alken, deren Erneuung dagegen in einer kürzeren Periode rten steht, können stumpf an die Mauer stossen. Endlich die Mauern, ähnlich den Schälungsmauern, auf der Strom- it Spundwänden eingefasst werden, um eine Unterspülung tes zu verhindern, die bei einiger Schadhaftigkeit des Ab- odens in der That sehr leicht eintreten kann.

wöhnlich bestehen die Einfassungswände nur aus Holz, d alsdann wesentlich nichts anders als Bohlwerke. Sie eiden sich von diesen hauptsächlich nur dadurch, dass sie len Seiten mit Bohlen verkleidet sind. Beim Neubau von pflegt man, wie Fig. 176 *a* zeigt, besondere Bohlwerks- zwischen die Grundbalken einzurammen (sie unterscheiden der Figur von den Grundpfählen dadurch, dass sie vier- angenommen sind). Der Bohlenbelag des Bodens wird bis Pfähle geführt und die Verkleidung der Wand schliesst diesen an. Bei Anwendung der Bohlwerks-Pfähle kann ufig die Erdanker wegen der geringen Höhe der Wände

ganz entbehren, und hierin liegt der Vortheil, den sie v
gesetzten Wänden haben.

Wenn dagegen diese Seitenwände schadhaft werden
neut werden müssen, während der übrige Theil des Wehre
Hauptreparatur bedarf, so würde das Einrammen neuer Bo
pfähle nicht nur wegen der Beischaffung der Rammgerät
kostbar, sondern auch sehr zeitraubend sein. Man pflegt
lieber aufgesetzte Wände zu wählen, so wie solch
schon beim Neubau Anwendung finden. Gewöhnlich l
in diesem Falle, wie Fig. 177 *a* zeigt, die Schwelle d
über die Grundbalken, indem die Letztern etwas einge
werden. Da jedoch die Hinterfüllungserde dem Zutritt des
ausgesetzt ist, und folglich zu Zeiten einen starken Se
ausübt, so kann es leicht geschehn, dass diese Befesti
Stiele nicht genügt und die Schwelle ausweicht, indem
dreht oder kantet. Eine grosse Sicherheit bietet sch
Fig. 177 *b* dargestellte Anordnung, wobei die Schwelle g
und die Stiele mittelst Versatzung und Zapfen unmittel
Grundbalken reichen, und sich ausserdem noch gegen de
belag lehnen. Will man indessen möglichst sicher sein
man die Schwelle vor die Stiele und bolzt sie an di
balken an, wie Fig. 177 *c* zeigt.

Welche von diesen Anordnungen man auch wählen
dürfen die Erdanker hierbei nie fehlen, weil die aufgeset
an sich keine Stabilität besitzt. In der Zeichnung einer
Freiarche Fig. 178 Taf. XLV, wobei die Construction e
mit derjenigen der Wehre übereinstimmt, sind aufgesetz
mit Schwellen unter den Stielen gewählt worden. Die
sind daselbst auch angegeben, und zwar, wie es in dies
gewöhnlich geschieht, ist ein Pfahl um den andern ver

§. 88.

Freiarchen.

Ueber den Zweck und die Anordnung der Frei
schon oben (§. 84) die Rede gewesen. Ihre Constructi
mit der der Wehre sehr genau überein, und wenn gleich
archen der Abschussboden niemals das gekrümmte Pr

hes massive Wehre häufig haben, so wiederholen sich doch hier und zwar eben sowohl beim Massiv-, wie beim Holz- alle einzelnen Theile, nämlich der Rücken, der Vorboden, Abschussboden und die Seitenwände; und sie sind sämmtlich, eit ihre tiefere Lage es gestattet, in gleicher Weise, wie bei Wehren, angeordnet und construirt. Auch die Sicherung des ndes unterhalb des Abschussbodens durch ein Sturzbette ist en der heftigen Strömung hier eben so nothwendig. Das zige, was bei der Freiarche noch hinzukommt, ist die Vortung zum Schliessen der Oeffnung: diese darf daher auch allein hier auseinandergesetzt werden.

Gewöhnlich, und bei kleinern Freiarchen ganz allgemein, der Schluss der Oeffnung, so lange man den Stau erhalten durch Schütze hervorgebracht. Dieses sind hölzerne, in en Fällen auch eiserne Tafeln, die auf dem Fachbaume oder Rücken der Freiarche stumpf aufstehn, und sich seitwärts n vortretende Ränder der Wände oder der Mittelpfeiler oder elstiele lehnen. Sobald die Oeffnung frei werden soll, um Wasser abfliessen zu lassen, zieht man sie mittelst verschiertiger Vorrichtungen herauf.

Die Schütze würden ohne Zweifel einen dichtern Schluss ern, wenn sie auch unten gegen einen vortretenden Rand gewären, an welchen der Druck des Oberwassers ebenso, wie an den Seiten geschieht, sie anpresste. Da jedoch einiges biegen der Schütze nicht zu vermeiden ist, so würden sie Herablassen nicht in den Falz hineinzubringen sein, indem n der Mitte der Oeffnung schon vorher auf den Rand aufen. In diesem Falle wäre der Schluss aber noch weniger als wenn sie in der üblichen Art stumpf aufstehn und die Fläche berühren.

Die Breite des einzelnen Schützes beträgt in der Regel nicht als etwa 4 Fuss, doch lassen sich Schütze von 5 bis 6 Fuss noch durch ziemlich einfache Vorrichtungen bequem heben einstellen, diese Vorrichtungen werden aber complicirt und muss über eine bedeutende Kraft disponiren können, wenn viel weitere Oeffnungen durch einzelne Schütze schliessen und r frei machen will. In manchen Fällen, wo die Anbringung Mittelsäulen nicht zulässig ist, wie namentlich bei Schiffs-

durchlässen, kommen Schütze in grosser Breite, und zwar bis zu 20 Fuss und darüber vor.

Gewöhnlich werden die Oeffnungen in so kleine Abtheilungen zerlegt, dass man jede einzelne durch ein Schütz schliessen kann. Diese Zertheilung geschieht durch zwischengestellte massive oder hölzerne Wände, und zwar nennt man denjenigen Theil derselben, woran der erwähnte vortretende Rand sich befindet, an welchen das Schütz sich lehnt, den **Gries-Pfeiler** oder die **Gries-Säule**. Mit derselben Benennung bezeichnet man aber auch den entsprechenden Theil an der Seitenwand der Freiarche.

Bei **massiven Freiarchen** müssen die zu solchem Zwecke angebrachten **Mittelpfeiler** so stark sein, dass sie dem Stosse des Eises, das mit grosser Heftigkeit dagegen zu treiben pflegt, hinreichenden Widerstand leisten. Sie dürfen dabei aber keine grosse Breite haben, weil sie sonst die Oeffnungen zu sehr beengen würden, oder man gezwungen wäre, eine um so grössere Verbreitung der ganzen Arche vorzunehmen. Aus diesem Grunde pflegt man die Mittelpfeiler ganz aus Werkstücken zu erbauen. Wenn dieses aber auch nicht der Fall ist, so muss doch der Falz oder der vortretende Rand in festen Werkstücken angebracht sein, weil gebrannte Steine zu leicht ausbrechen, und Bruchsteine sich hierzu vollends nicht eignen. Der Falz ist gemeinhin 3 Zoll tief, oder die Seiten- oder Mittelmauer springt über dem Rücken der Freiarche plötzlich um drei Zoll gegen die Durchflussöffnung vor, und behält diese grössere Stärke auch in dem folgenden oder stromabwärts gekehrten Theile. Zuweilen wird der Falz noch mit einer eisernen Schiene verkleidet, um die starke Reibung zwischen Holz und Stein, und die daraus hervorgehende Abnutzung des erstern zu verhindern. Die Schienen werden durch Bolzen mit versenkten Köpfen gehalten, und letztere müssen in den Werkstücken vergossen werden. Diese Befestigungsart ist aber mit grosser Umsicht auszuführen, damit die Steine nicht ausspringen; ausserdem ist es dabei auch nicht leicht, zwischen den Schienen und Steinen einen gehörig dichten Schluss darzustellen.

Wenn die Freiarche mit **hölzernen Seitenwänden** versehn ist, so besteht das Grieswerk gleichfalls aus Holz. Die einzige **Griessäule**, welche in der Seitenwand sich befindet, ist g[…] hin ebenso wie die freistehenden Griessäulen, nicht mit […]

leckt, sondern an beiden Seiten mit Falzen versehn, in welche Verkleidung eingreift. Der Falz auf der stromaufwärts geten Seite ist aber um 3 Zoll tiefer (Fig. 178 *a*), damit über aufgenagelten Bohlen noch ein 3 Zoll hoher Vorsprung sich t, gegen welchen das Schütz sich lehnen kann. Auf der nabwärts gekehrten Seite schliesst sich dagegen die Fläche Griessäule an die Oberfläche des Bohlenbelages an. Diese ssäule erleidet vom Oberwasser her einen starken Druck, woder nächste Theil der Seitenwand, gegen welchen sie sich , verstrebt sein muss. Fig. 178 *b* zeigt diese Verstrebung r der noch unverkleideten Mittelwand. Die sämmtlichen Griesn, also auch die in den Seitenwänden stehenden, werden starke eiserne Schienen gegen den Fachbaum und zuweilen sogar gegen einzelne Spundpfähle befestigt.

Die Seitenwände einer Freiarche können, wie die eines Wehres, erschiedene Art construirt werden. In der beigefügten Zeichist angenommen, dass sie aus aufgesetzten Wänden bestehn, zwar mit gewöhnlicher Verschwellung unter den Stielen.

Die Mittelwände sind wie die Seitenwände construirt, sie keinen andern Zweck, als die davorstehende Griessäule terstützen, sie erstrecken sich daher von dieser stromabwärts eit, als die sichere Verstrebung es erfordert. Die Schwelle, elcher sie aufstehn, ist über den Grundbalken eingeschnitten, sie sich nicht etwa verschieben kann, sie greift aber über Mittellinie des letzten Grundbalkens, den sie trifft, über den enbelag des Abschussbodens fort, damit die Bohlen auf demn Grundbalken noch gehörig befestigt werden können. Die en lehnen sich zuweilen unmittelbar gegen die Griessäulen, ese aber nicht auf der Schwelle der Wand aufstehn, so erhält eine festere Verbindung, wenn man neben die Griessäule Stiel stellt, und jene gegen diesen sich lehnen lässt. Damit Mittelwände nicht etwa seitwärts umfallen, werden sie durch e querübergelegte Spannbalken mit den Seitenwänden verlen. Zwei dieser Balken sind schon behufs der Anbringung Brücke nothwendig, die zur Handhabung der Schütze dient.

Die Griessäule vor der Mittelwand ist in gleicher Weise wie ur Seite stehende eingerichtet. Die Falze, in welchen die tze liegen, sind nur 3 Zoll tief eingeschnitten, weil hier kein

Bohlenbelag sich anschliesst, die stromabwärts gerichteten Falze sind dagegen so tief, als die Bohlenverkleidung stark ist, denn auch die Mittelwände werden mit Bohlen verkleidet.

Indem es sehr darauf ankommt, den Griessäulen ihre Stellung unverändert zu erhalten, so wird jedesmal ein starker Griesholm darüber gelegt, in welchen sie sämmtlich mit doppelten Zapfen eingreifen. Bei grosser Weite der Oeffnungen ist dieser Holm einem starken Seitendrucke ausgesetzt, woher man ihn so zu bearbeiten pflegt, dass er nicht hochkantig, sondern flach angebracht wird. Zuweilen wird er auch als gezahnter Balken aus zwei Stücken zusammengesetzt, und wieder so gelegt, dass seine breite Seite in die Horizontale fällt, wie Fig. 183 *a* zeigt. Die Zahnschnitte sind so gerichtet, dass sie dem stromabwärts gekehrten Drucke Widerstand leisten können.

Die Schütze bestehen, wie Fig. 178 *c* angiebt, aus Tafeln, die aus zwei kreuzweise übereinander genagelten Lagen von Brettern zusammengesetzt sind. In derjenigen Lage, welche die vortretenden Ränder der Griessäulen oder Griespfeiler berührt, pflegt man die Bretter horizontal zu richten, wogegen sie in der stromaufwärts gekehrten Lage senkrecht stehn. Die Stärke der Bretter ist von der Breite des ganzen Schützes abhängig, und beträgt gemeinhin zwischen 1 und 2 Zoll. Häufig besteht das Schütz aber auch nur aus einer einzigen 2 bis 4zölligen Lage, wo die Bohlen horizontal angebracht und durch aufgenagelte Leisten mit einander verbunden sind.

Die Vorrichtungen zum Oeffnen der Schütze sind sehr verschieden: am einfachsten ist die Fig. 179 dargestellte, die bei kleineren Freiarchen gewöhnlich gewählt wird. In der Mitte des Schützes ist nämlich zwischen den aufrechtstehenden Brettern eine starke Latte oder ein Stück Kreuzholz befestigt, welches bis über den Griesholm heraufreicht und in Abständen von 6 oder 9 Zoll durchbohrt und mit hölzernen Sprossen versehn ist. Ein gabelförmig gespaltener Hebel wird unter eine dieser Sprossen gesteckt und, wie die Figur zeigt, auf den Griesholm gelegt. Man kann alsdann von der Brücke aus das Schütz aufwuchten und es so hoch heben, dass der Hebel unter die folgende Sprosse greift. Während des Umlegens des Hebels pflegt das Schütz nicht von selbst herabzusinken, indem der Druck des hohen Oberwassers

so starke Reibung erzeugt, dass dadurch das Schütz schwebend
lten wird. Sollte dieses indessen nicht der Fall sein, so muss
ein Tau gegen die unterste Sprosse binden, und an diesem
er Zwischenzeit das Schütz hängen lassen. Ist das Schütz
aus dem Wasser gezogen, oder doch wenigstens so hoch,
es nur noch wenig eintaucht, so kann man es an dem Stiele
ausziehn und vollständig ausheben. Das Wiedereinsetzen des
ützes erfolgt erst, nachdem das Oberwasser sich schon be-
end gesenkt hat; es gleitet daher in diesem Falle durch sein
es Gewicht bis auf den Fachbaum herab, und es ist keine
ere Vorkehrung zum Herabdrücken desselben erforderlich.

In Fig. 178 ist eine andre viel bequemere Einrichtung dar-
ellt, die man bei grössern Freiarchen sehr häufig angewendet
et. Das Schütz hängt nämlich an zwei Ketten, und die Enden
selben sind an einer hölzernen Welle dicht unter dem Griesholm
stigt. Durch die Welle gehn zwei viereckige Löcher diametral
durch, deren Richtungen sich unter einem rechten Winkel kreuzen.
Indem man passende Hebel hineinsteckt, so kann man daran
smal die Welle um einen Quadranten drehen und dadurch das
ütz um 6 bis 8 Zoll heben. Während der eine Hebel aber
in der Welle steckt und gegen die Brücke herabgedrückt wird,
man schon den zweiten in das zweite Loch einstellen, und
ch ohne grosse Unterbrechung das Schütz weiter heben. An
Seite der Welle pflegt man noch ein eisernes Sperr-Rad
efestigen, in welches ein Haken einfällt. Mittelst dieser Vor-
ung kann ein einzelner Arbeiter das Schütz heben, und nach
jedesmaligen Aufwuchten den Hebel herausnehmen und wieder
etzen. Auch wird das Aushängen des Schützes, nachdem es
ben worden, entbehrlich: man kann es vielmehr dicht unter
Griesholm hängen lassen, bis es später wieder gesenkt wird.

Ausser diesen beiden Vorrichtungen zum Heben der Schütze
t es noch viele andre, wie z. B. die gezahnte Stange, in welche
eder ein Getriebe, oder ein Hebel mit Sperrhaken eingreift,
das Schütz ist mit einer Schraubenspindel verbunden, welche
ch Umdrehung einer losen Mutter gehoben und gesenkt wird.
gleichen Einrichtungen kommen indessen bei Freiarchen selt-
vor, und können daher hier um so mehr übergangen werden,
sie eigentlich zum Maschinenbau gehören.

Man muss bei Aufstellung des Projectes zu einer I
die betreffende mechanische Vorrichtung jedesmal so kräfti
dass man unter allen Umständen wirklich die Schütze da
kann. Die hierzu erforderliche Kraft ist durch den
druck und die Reibung bedingt. Welchen Druck das W
den verschiedenen Wasserständen gegen einen Schütz a
leicht zu ermitteln, man muss aber aus wirklichen Beob
oder bei neuen Anlagen durch Berechnung der jedesmali
höhe wissen, welche Wasserstände gleichzeitig im O
Unterwasser eintreten. Ein sehr günstiger Umstand ist
bei vorkommenden Anschwellungen das Oberwasser weit
als das Unterwasser steigt, und sonach die Niveau-Differe
immer geringer wird. Sodann erhält das Schütz au
grössere Höhe, als dass es bis zur beabsichtigten Stauhöh
reicht. Sobald das Oberwasser bis zu dieser anschwillt,
an über das Schütz abzufliessen, und bei noch höhern A
lungen nimmt die Ausdehnung der Oberfläche, welche dem
drucke ausgesetzt ist, keineswegs noch zu, sondern bleibt
Indem aber die Druckhöhe oder Niveau-Differenz immer
wird, so kann man unter übrigens gleichen Umständen d
sogar leichter heben, wenn es schon stark überströmt
wenn das Oberwasser so eben seinen Rand berührt. D
zient der Reibung des Schützes, wenn es sich gegen
Griessäulen lehnt, ist wegen der beständigen Benetzung
ringe, und bei der Bewegung selbst nicht grösser, als e
anzunehmen, während er für den Anfang der Bewegung et
ein halb ist, aber auch diese Grösse hat er wohl nur b
Schützen. Hiernach kann man leicht berechnen, wie
äussersten Falle die zum Heben des Schützes erforderli
sein muss, und darnach die mechanische Vorrichtung
Stärke der zugehörigen Theile bestimmen.

In vielen Fällen sind die einfachern Maschinen, die
meinhin wählen muss, bei der geringen Anzahl von di
Arbeitern, nicht als genügend anzusehn. Man pflegt als
Schütz der Höhe nach in zwei oder auch mehrere Theile
legen.

Eine solche Trennung des Schützes in verschiede
einander gestellte Tafeln muss immer als eine be

dnung angesehn werden, weil dabei leicht der Hauptzweck Freiarche ganz verfehlt werden kann. Bei mässigen Anellungen, wobei das Ziehen der Schütze erforderlich wird, en die Wärter nämlich nur das obere Schütz zu ziehn, und untere stehn zu lassen. Häufig ist die Einrichtung auch der Art, dass man bei hohem Wasserstand das untere Schütz nicht fassen kann, und daher gezwungen ist, die höchsten ien über dieses fortströmen zu lassen. Dabei wird alsdann grosse Menge Material der Freiarche zugeführt, dieses treibt nicht vollständig hindurch und namentlich wird der grobe durch die noch nicht gehobene Tafel aufgefangen und lagert vor derselben, so dass ihr spätres Ziehen ausserordentlich hwert wird. Dieser Umstand giebt eine neue Veranlassung, auch nach dem Ablaufe der höchsten Fluthen nicht mehr zu n. Die ganze Wirksamkeit der Freiarche beschränkt sich ann allein auf den obern Theil der Oeffnung, oder sie leistet ungefähr eben so viel, als wenn der Fachbaum in der Höhe Oberkante der untern Tafel angelegt wäre. Es darf kaum ant werden, dass in diesem Falle auch die Versandung des bettes eintritt, und zugleich dieselben sonstigen Uebelstände zeigen, welche die Folge einer zu grossen Erhöhung des baumes sind. Das ungetheilte Schütz, welches bis zum Fache herabreicht, bietet dagegen, sobald es auch nur wenig tet wird, unmittelbar über der Sohle des Gerinnes dem Strome Durchzug, und derselbe spült daher sogleich das Gerinne aus führt alle Stoffe, die ihm folgen, auch durch die Freiarche rch.

Fig 180 zeigt diejenige Anordnung, die man am häufigsten t, die aber nach dem Vorstehenden am wenigsten zu emlen ist. Das obre Schütz hängt immer in den Ketten, man es also leicht heben: will man aber auch das untre ziehn, muss jenes zuerst gelöst und beseitigt werden, und alsdann s man, was gewiss nicht leicht ist, die untersten Kettenringe die Haken des untern Schützes zu bringen suchen.

Viel passender ist es, wenn das obre Schütz gleich durch len mit dem untern verbunden ist, wie Fig. 181 zeigt. So- man die Ketten aufwindet, so hebt man zuerst das obre ütz und nachdem dieses so hoch heraufgezogen ist, dass es

entweder ganz aus dem Wasser tritt, oder doch nur noch mässigen Druck erleidet, so spannen sich die Verbindung und das untre Schütz wird gleichfalls gehoben. Diese E tung erfordert freilich, dass die Winde sehr hoch liegt man kann das obre Schütz auch mittelst Haken an die hängen, und es ganz entfernen, sobald es aus dem Was zogen ist. Beim Herablassen der Schütze muss man in Fällen sehr sorgsam darauf achten, dass die Verbindung sich nicht zwischen beide Schütze legen, sondern an Seite, und zwar am vortheilhaftesten an der stromabwärts ten, ganz frei herabhängen.

Endlich ist Fig. 182 noch eine Vorrichtung dargeste man zuweilen anwendet, und die, wenn auch nicht gerade ders bequem, doch ganz sicher die Gelegenheit bietet, eine des Schützes nach dem andern auszuheben. Die Figur z Ansicht des Schützes von der stromabwärtsgekehrten Se so dass die Enden der Bohlen durch den vortretenden R Falzes verdeckt werden. Die einzelnen über einander st Tafeln sind hier als aus zwei Bohlen zusammengesetzt an men: häufig ist dabei aber jede einzelne Bohle von der getrennt und wird an beiden aufgenagelten Latten ausg Die sämmtlichen Latten sind an der stromabwärtsgekehrte aufgenagelt; man kann daher, wenn die Ueberbrückung de vor dem Grieswerke sich befindet, den obern Theil, wi nächstfolgenden, frei herausnehmen, ohne dass man dabe die übrigen Latten gehindert wird. Man hat aber die G heit beim Ziehen dieser Schütze, die Latten jedesmal n Brücke hin, also stromaufwärts zu neigen, wodurch jed um die untre Kante gedreht, und sonach die Oeffnung vor dem Ziehen zum Theil frei wird. Hierdurch vermind die Reibung, und man kann um so leichter jede einzelne heben und auf die Brücke legen.

Die mittlern Griessäulen nebst den anschliessenden wänden sind dem freien Abflusse des Hochwassers durch di arche sehr hinderlich, auch können sie beim Eisgange grössere Schollen zurückhalten und dadurch zu Eisverset Veranlassung geben. Endlich sind sie selbst noch manch schädigungen durch das gegenstossende Eis und andre s

le Körper ausgesetzt. In der letzten Beziehung lassen sie freilich durch Anbringuug gehöriger Verstrebungen und durch ageln von eisernen Schienen auf die freistehenden Kanten lich sicher stellen, nichts desto weniger ist es in vielen Fäl- doch sehr wünschenswerth, Oeffnungen von grössrer Breite frei darzustellen. Schon zum Durchlassen der Holzflösse ieses häufig nothwendig.

Man erreicht diesen Zweck, wenn man die Strebewände ganz isst, und die Griessäulen so einrichtet, dass sie erforderlichen ausgehoben werden können. Man nennt sie alsdann Setz- sten, und sie erhalten, wie Fig. 183 zeigt, keine andre stigung, als dass sie mit einem recht starken Zapfen im baume aufstehn, und sich oben gegen den Griesholm leh- , auch wohl durch einen Schraubenbolzen an diesem befestigt len. Will man sie ausheben, so neigt man ihr obres Ende, dem der Schraubenbolzen ausgezogen ist, etwas stromauf- s, damit ihre Schulter unter dem Griesholm frei wird, und btet sie alsdann mit Hebeln oder durch eine Windevorrichtung uf. Man überzeugt sich leicht, dass ihr obres Ende nicht hwächt sein darf, dass sie vielmehr mit dem vollen Holz sich n den Griesholm stützen müssen. Aus diesem Grunde giebt ihnen gemeinhin eine stark gegen den Strom geneigte Stel- , wobei jedoch der Falz, in welchen das Schütz eingestellt lothrecht bleibt. Alsdann ist die Backe am untern Ende Falzes, wo im Allgemeinen der stärkste Druck stattfindet, ichend breit, während sie nach oben etwas schwächer wird, doch bis zum Griesholm sich fortsetzt, und sonach ein re- ässiges Ausheben und Einsetzen der Schütze möglich macht. Griesholm muss in diesem Falle, wo er durch keine Strebe- e unterstützt wird, dem ganzen Wasserdrucke, soweit er nicht len Fachbaum übertragen wird, Widerstand leisten. Er be- daher häufig in einem verzahnten Balken, oder man bringt r Brücke eine horizontale Verstrebung gegen die Seitenwände Feste Windevorrichtungen sind zwischen den Setzpfosten nicht richten. Nichts desto weniger kann man die Ketten, woran Schütze gehoben werden, an diese unlösbar befestigen, und obern Enden an Haken unter dem Griesholm hängen. Wenn einen Schütz ziehen will, so stellt man eine tragbare Winde-

Vorrichtung auf den Griesholm oder die Brücke, und schläg Enden der Kette auf die Haken der Winde auf. Dieselbe W kann demnächst auch zum Ausheben der Setzpfosten be werden.

Bei dieser Einrichtung bietet das Entfernen der Schütze Setzpfosten keine Schwierigkeit, wohl aber tritt eine solche Einstellen der Setzpfosten ein, indem es sehr schwer ist, wäh einer heftigen Durchströmung das Zapfenloch im Fachbaum treffen. Letzteres wird daher nicht prismatisch, sondern nach stark erweitert eingeschnitten; nur an der stromabwärts gekeh Seite muss es ebenso wie der Zapfen, lothrecht ausgearbeitet damit der Setzpfosten sich hier sicher anlehnen kann. Dad ist das Einstellen des letztern etwas erleichtert, aber man doch gemeinhin sein untres Ende noch durch umgeschlungene T gegen den Strom halten und das Zapfenloch lange suchen, es gelingt, die Aufstellung zu bewirken.

Das in dieser Art erweiterte Zapfenloch giebt zu einem ken Durchquellen des Wassers Veranlassung, und dieses ist, gesehen von dem Wasserverluste, insofern sehr nachtheilig, dabei der Fachbaum leidet, und die Oeffnung im Laufe der immer grösser wird. Man vermeidet dieses, indem man eine eiserne **Pfanne**, die das Zapfenloch enthält, in den Fachb legt. Dieselbe muss genau passend und vollkommen wasser eingelassen werden, sie wird deshalb, nachdem der ganze schnitt im Fachbaum mit einer Mischung von heissem Theer Ziegelmehl dick überstrichen ist, stark erwärmt eingesetzt, gestossen und mittelst einiger Holzschrauben befestigt. In 183 *a* und *b* ist die Pfanne durch die starke Schrafirung bez net. Auch den Fuss des Setzpfostens verstärkt man zuweilen Eisen, doch scheint dieses weniger dringend, da die Arm sich doch nur auf den hintern Theil des Zapfens erstrecken und die Falze für die Schütze nicht berühren darf. Ausse ist die Erneuung des ganzen Setzpfostens mit keinen beson Schwierigkeiten verbunden.

Statt der Schütze wendet man in grössern Oeffnungen selten Balken an, die man einzeln übereinander legt, so das eine senkrechte Wand bilden, und den beabsichtigten Schluss wirken. Man nennt sie **Dammbalken** oder **Versatzbal**

sind mit keiner Spundung versehn, sondern liegen stumpf nander, woher gemeinhin das Wasser durch die Fugen stark urch dringt, besonders unmittelbar nach der Aufstellung der d.

Oeffnungen von 15 — 20 Fuss Weite werden, selbst wenn Niveau-Differenz oder der Wasserdruck bedeutend ist, durch mbalken noch sicher geschlossen: es kommen aber auch Fälle dass man Oeffnungen, deren Weite 30 und sogar 35 Fuss gt, in gleicher Weise schliesst. Das Einlegen und Ausheben Balken ist indessen bei solcher Länge und entsprechender ke sehr beschwerlich und zeitraubend, woher man sich gehin auf geringere Längen beschränkt, und lieber durch Zwipfeiler die Anzahl der Oeffnungen vergrössert.

Wenn der Boden der Arche aus Holz besteht, so muss der ste Dammbalken ebenso wie das Schütz auf den Fachbaum n, damit an der Stelle, wo der Stau sich bildet, auch der grund möglichst gedichtet ist. Der Balken liegt in diesem wieder stumpf auf, indem die Bohlen des Vor- und Hinteras mit der Oberfläche des Fachbaums bündig sind, wie Fig. 5 auf Taf. XLVI zeigt. Hat die Arche dagegen einen mas- Boden, so pflegt eine Reihe Werkstücke die Stelle des Fachies zu vertreten, und gewöhnlich liegt der untre Balken wiestumpf auf derselben. Zuweilen geschieht es aber auch, dass eine Nuthe von 4 Zoll Tiefe darin anbringt, die etwas breiter ler Dammbalken ist, so dass letzterer beim Einlegen darin enkt wird. Dieses geschieht, um die untre Fuge zwischen und Stein eben so dicht zu machen, als die andern Fugen chen den einzelnen Balken sind. Die Nuthe muss indessen, schon erwähnt, breiter sein als der Balken, weil letztrer t nicht leicht eingelegt werden könnte, und der Schluss findet r wieder vorzugsweise in der horizontalen Berührungs-Fläche . Dieser Schluss kann aber bei solcher Anordnung sehr leicht icht werden, wenn Kies und selbst Sand in der vertieften he liegen bleibt. Hiernach ist es wohl vortheilhafter, die Nuthe t anzubringen. Derselbe Grund, der beim gewöhnlichen Schütz Nuthe oder den Falz im Boden verbietet, kommt hier weniger Betracht, da der erste Balken das Durchflussprofil noch nicht klich verengt, und daher auch nicht stark durchgebogen wird.

Die Köpfe der Dammbalken müssen in den Pfeilern f
halten werden, damit der Wasserdruck sie nicht herau
Gemeinhin befinden sich zu diesem Zwecke in den Pfeile
tiefte Rinnen oder Nuthen, die man Damm-Falze oder D
Nuthen nennt.

Fig. 184 *a* zeigt diese Anordnung. Das Einlegen der
kann alsdann aber nur von oben geschehn, indem man
dem Wasser hebt, über die Oeffnung bringt, und in die
herablässt. Ein solches Verfahren ist sehr beschwerlich,
ders wenn die Dammwand nicht in den einzelnen Theile
gehoben, sondern, so oft es nöthig ist, durch den Wass
im Ganzen fortgestossen wird, wovon später die Rede se
Die Dammbalken, die alsdann auf dem Wasser schwimmen
man viel leichter einsetzen, und braucht sie sogar gross
gar nicht auf die Pfeiler zu heben, wenn letztere statt de
ständigen Nuthen nur mit Falzen versehen sind (Fig. 185)
zieht die Balken nämlich, sobald der Stau wieder dargestel
den soll, durch die Arche hindurch in das Oberwasser, un
sie durch den Strom herabtreiben. Man hat aber zuvor
vordere Ende des Balkens einen Haken eingestossen, un
dieses, wie die Figur zeigt, in die Ecke des Falzes, wor
Strom ihn alsdann von selbst in die erforderliche Lage tr

Um die Mauerecken zu sichern, und um zugleich d
bung beim Aus- und Einbringen der Balken etwas zu verm
setzt man zuweilen hölzerne Stiele in die Falze oder Nuthen
dass die Dammbalken sich dagegen lehnen. Die Befestigu
Stiele erfolgt alsdann durch Schraubenbolzen, deren hintere
in Steine eingelassen und mit Blei vergossen sind. Die Dic
des Schlusses pflegt indessen hierbei nur zu leiden, da d
sich nicht so scharf an die Mauer anschliesst, als die ei
Balkenköpfe, und ausserdem werden auch die Stiele bald
haft. Wenn man daher feste Steine benutzen kann, so
besser, die Stiele nicht anzubringen.

Das Ausheben und Einlegen der Dammbalken ist i
Fällen eine mühsame Arbeit; es wird aber bei längern
ganz unmöglich, wenn man nicht besondere Vorkehr
zum Fassen der Balken trifft. Jedenfalls müssen d
der Mittellinie der Oberfläche sich befinden, denn wenn

Seite stehen, wie zuweilen vorkommt, so hat der Balken, d er aufgezogen wird, die Tendenz, sich zu drehen, und so weit, dass die Diagonale in die Richtung des Lothes nt, wodurch in den Nuthen eine starke Klemmung eintritt und t in den Falzen die Reibung vermehrt wird.

Häufig wendet man feste Haken an, die durch Schraubmut-gehalten werden, und vor die Oberfläche vortreten. Fig. 186 d *b* zeigt diese Anordnung in der Seitenansicht, wie im en- und Querdurchschnitte. Ueber jedem Haken muss der er liegende Balken mit einer Vertiefung versehn sein, damit erührung in der vollen Fläche nicht verhindert wird. Am ist es, wenn alle Haken und Vertiefungen in derselben nung vom Ende der Balken angebracht sind, weil man in Falle beim Aufstellen der Wand nicht eine bestimmte Rei-ge der Balken beobachten darf. Sehr mühsam ist es aber, ei starker Strömung wird es sogar oft unmöglich, die in berfläche des Balkens vortretenden Haken zu fassen.

Diese Operation wird sehr erleichtert, wenn der Haken oder nstige Vorrichtung an der stromaufwärtsgekehrten Seite des balkens sich befindet. Alsdann kann man nämlich die Stange, man die Verbindung darstellen will, gegen den Balken leh-und sie längs dessen vorderer Seite führen, bis man den trifft. Besonders vortheilhaft ist es, statt der Haken Ringe Bügel zu wählen, die sich niederlegen und aufrichten lassen. sie niedergelegt sind, sinken sie in eine Vertiefung, so sie vor der obern Fläche der Balken gar nicht vorragen, aber reichen sie bis über deren Seitenfläche hinaus, und n hier leicht gefasst werden. Fig. 187 *a* zeigt die Ansicht romaufwärtsgekehrten Seite, und zwar einmal mit aufrecht-den, und einmal mit niedergelegten Ringen; *d* zeigt die entsprechenden Ansichten von oben; *c* ist die Ansicht der len Seite der Wand, und *b* der Querdurchschnitt.

Will man die Balken ausheben, so geschieht dieses am leich-mittelst eines Hakens an einer Stange, der gleich mit der-n Kette verbunden ist, woran der Zug ausgeübt wird. Man den Haken, wie Fig. 188 *a* und *b* zeigt, an die stromaufwärts rte Seite des Dammbalkens, und bewegt ihn längs derselben, an an den Ring stösst. Wird alsdann die Stange oder die

Kette angezogen, so greift der Haken in den Ring und richtet ihn auf. Es ist dabei ohne Nachtheil, dass die Stange neben der Kette hängen bleibt, indem sie eine schräge Stellung annimmt und sonach bei der Ausübung des Zuges durch die Windevorrichtung nicht hinderlich ist.

Demnächst ist es erforderlich, dass jeder einzelne Dammbalken, sowohl beim Ausheben, als beim Einlegen möglichst horizontal gehalten wird. Man erreicht dieses schon durch eine Windevorrichtung ähnlich der in Fig. 178 *c* auf Taf. XLV dargestellten. Es erstreckt sich nämlich über die ganze Dammwand eine hölzerne Welle, an welcher zwei Ketten von gleicher Länge befestigt sind, diese werden nach und nach mit den beiden Haken oder Bügeln jedes einzelnen Dammbalkens in Verbindung gebracht, und heben dadurch die Balken, ohne sie aus der horizontalen Lage zu bringen. Wegen des grössern Gewichtes, hauptsächlich aber um das Manöver vom Ufer aus vornehmen zu können, erfolgt die Drehung der Welle nicht mehr durch eingesteckte Hebel, sondern entweder durch Spillräder, oder auch wohl durch Laufräder, die an einem oder beiden Enden der Welle angebracht sind. Zuweilen befindet sich auch am Ende der Welle ein gusseisernes Rad, in welches ein Getriebe eingreift, das mittelst einer Kurbel gedreht wird, so wie auch manche andre mechanische Vorrichtungen hierbei möglich sind, und zuweilen wirklich vorkommen.

Bei langen Balken wird indessen der Gebrauch der Welle sehr unbequem und unsicher. Man wählt alsdann lieber eine Windevorrichtung, die auf dem Ufer steht. Fig. 189 auf Taf. XLV zeigt, wie man die Taue oder Ketten in diesem Falle führt, um sie immer gleichmässig anzuziehn, und dadurch die Balken in horizontaler Lage zu halten. Beide Taue oder Ketten legen sich dabei gemeinschaftlich um eine Winde, und zwar in den meisten Fällen um die Trommel einer Erdwinde, bei sehr grossen und schweren Dammbalken aber auch wohl um den Tummelbaum eines Pferdegöpels. Recht bequem ist endlich noch die in Fig. 190 dargestellte Vorrichtung, die zwar nicht das Heben, sondern vielmehr das Herablassen eines Balkens zeigt, jedoch auch den ersten Zweck vollständig erfüllt. Neben jeder Nuthe oder jedem stehen nämlich zwei eiserne Stützen, oben mit Bolzenlöchern sehen. Man legt zwischen sie einen hölzernen Hebel, der

inen eisernen Dorn endet, womit er die Kettenglieder fassen
n. Ein Bolzen verbindet den Hebel mit den Stützen. Wenn
lange Arm des Hebels durch einen oder mehrere Arbeiter
bgedrückt wird, so hebt sich das damit verbundene Ende des
tens. So lange der Balken aber noch unter Wasser liegt,
er durch den Druck desselben am Herabfallen gehindert, man
cht daher während der Zeit, dass man den kürzeren Hebels-
senkt und einen andern Ring der Kette aufsteckt, gar nicht
eine besondere Unterstützung des Balkens zu sorgen. Diese
sicht wird erst nöthig, wenn der Balken über dem Wasser
webt, in welchem Falle sie auch leichter in Ausführung zu
gen ist. Hierbei werden die beiden Enden des Balkens ganz
bhängig von einander gehoben, und es ist daher nothwendig,
beide Operationen übereinstimmend erfolgen.

Beim Einlegen der Balken stellt sich die Schwierigkeit
, dass der Balken durch sein eignes Gewicht nur so weit herab-
nken pflegt, dass er eben vom Wasser bedeckt wird. Er sinkt
lich tiefer herab, wenn man den folgenden Dammbalken oder
rere darüber legt, aber eben hierdurch erzeugt man einen
sern Stau, und vermehrt dadurch den Wasserdruck und die
ung, so dass es oft sehr mühsam wird, die aus mehreren
en gebildete und noch schwebende Wand herabzubringen.
st daher sicherer, wenn man jeden einzelnen Balken mittelst
setzter Bäume an beiden Enden gleich vollständig herabstösst.
man die letzterwähnte Hebelvorrichtung gewählt, so kann
lbe auch zum Herabdrücken der Dammbalken dienen, wie die
r zeigt. Die aufgesetzten Bäume sind nämlich mit Zahn-
itten versehn, welche gleichfalls vom erwähnten Dorn des
ls gefasst und herabgedrückt werden.

Es leidet wohl keinen Zweifel, dass selbst bei Anwendung
bequemsten Vorrichtungen das Ausheben der Dammbalken,
ntlich bei plötzlich eintretenden Anschwellungen, immer sehr
ierig ist. Es wird aber ganz unmöglich, die Haken oder
e der untern Balken noch zu fassen, wenn das Wasser schon
grosser Heftigkeit und in grosser Höhe darüber strömt. Wenn
r der Wärter die Operation nicht zeitig genug beginnt, so
n er sie nicht mehr vollständig ausführen, und er ist gewöhn-
auch geneigt, die untern Dammbalken liegen zu lassen, weil

dadurch das Manöver beim Ausheben und Wiedereinbringen sehr erleichtert wird. Es tritt alsdann aber der grosse Nachtheil ein, dessen schon oben (§. 81) erwähnt wurde: die Arche verfehlt nämlich ihren Zweck und versandet selbst, während zugleich im Flussbette starke Verflachungen erfolgen.

Man hat aus diesem Grunde Vorrichtungen ersonnen, welche die ganze Dammwand, und zwar bis zum untersten Balken, plötzlich entfernt werden kann, Dieses geschieht dadurch, dass die Balken an der einen Seite sich nicht gegen einen Vorsprung der Mauer, sondern gegen einen hölzernen Stiel lehnen, der auf irgend eine Weise schnell beseitigt werden kann. Die Balkenwand pflegt in diesem Falle noch viel weniger wasserdicht zu sein, indem jener Stiel nur zur Seite der Mauer steht, und nicht einmal durch den Wasserdruck dagegen gepresst wird. Ausserdem treten beim plötzlichen Oeffnen der Wand, das mit grosser Heftigkeit erfolgt, auch häufig Beschädigungen ein, welche das Wiederaufstellen sehr erschweren. Es geschieht daher nicht selten, dass man der Sicherheit wegen noch eine zweite Stauvorrichtung zum Einbringen einer festen Balkenwand anlegt, und zwar ist es vortheilhaft, diese letzte auf der stromaufwärts gekehrten Seite anzubringen, um die etwa nöthig werdenden Reparaturen im Unterwasser vornehmen zu können.

Häufig lehnt man die Dammbalken gegen eine Wendesäule, die in gleicher Art wie die Wendesäule eines Schleusenthores aufgestellt ist, und sich um eine vertikale Axe dreht. Am untern Ende derselben erfolgt die Drehung um einen Zapfen, der in einer Pfanne steht, oben ist dagegen der Hals der Säule cylindrisch bearbeitet und wird von einem eisernen Halsbande umfasst, welches durch gehörig befestigte Anker mit der Mauer verbunden ist. Fig. 191 *a* und *b* zeigt diese Anordnung. Unter dem Halsbande hat die Wendesäule eine viel grössere Breite, so dass sie an einer Seite 4 bis 6 Zoll vor der Mauer vorspringt. In den Figuren ist die Säule in solcher Stellung gezeichnet, dass dieser Vorsprung oder das Blatt vor die Mauer tritt und den Falz bildet, in welchem an dieser Seite die Balkenköpfe liegen. An der andern Seite lehnen sie sich in gewöhnlicher Weise gegen einen in der Mauer selbst angebrachten Falz. Die Wendesäule würde durch den Druck der Dammbalken sogleich gedreht werden, wenn sie nicht

sondere Vorrichtungen in ihrer Stellung gehalten wäre. Häufig schieht dieses durch einen horizontalen Hebel, der an ihrem pfe befestigt ist, und sich gegen einen beweglichen Haken oder lzen lehnt, oder von einer Kette gehalten wird. Einfacher und n so sicher ist dagegen die hier gezeichnete Vorrichtung, die den Schiffsdurchlässen des Orb und Allier vorkommt. Unterb der Wendesäule sind nämlich starke eichene Bohlenstücke das Mauerwerk eingelassen und mittelst Schraubenbolzen beligt. Zwischen diese und das vorspringende Blatt der Wendeule treibt man einen starken Keil. Man pflegt sowohl den Keil bst, als die beiden Flächen, die er berührt, mit Eisenblech bekleiden, um die Abnutzung zu vermindern.

Will man die Dammwand entfernen, so braucht man nur den il herauszutreiben, was mittelst eines Aufsetzers sehr leicht ist. r Keil ist durch eine Kette an den Kopf der Wendesäule beligt und bleibt daher an derselben hängen. Sobald er aber ausgestossen ist, so schieben die Dammbalken in Folge des sserdrucks das Blatt der Wendesäule, das nicht mehr gehalten d, vor sich in die Nische der Mauer. Diese Nische muss gross sein, dass sie die Wendesäule vollständig aufnimmt, und r Vorsprung vor der Mauerfläche verschwindet. Die Dammen drehen sich alsdann sämmtlich stromabwärts und schwimmen der Arche heraus. Auf diese Weise wird das ganze Profil Arche momentan geöffnet. Damit die Dammbalken nicht vern werden, oder weit herabschwimmen, pflegt man sie an den len, welche sich gegen den festen Mauerfalz lehnen, mit Ketten versehn, die an die Mauer befestigt sind. Häufig bringt man h nur eine einzige Kette an dem untersten Balken an, welche ch Ringe an jedem einzelnen darüber liegenden Balken gezogen

Der grösste Uebelstand beim Oeffnen der Dammwand ist die tigkeit, womit die Balken herausstürzen. Sie beschädigen ch das starke Aufschlagen die gegenüberliegende Mauer und brechen häufig selbst.

Das Wiedereinstellen der Wand macht wenig Schwierigkeit. n zieht alle Balken durch die Arche hindurch in das Oberser, bringt die Wendesäule wieder in die ursprüngliche Stellung, estigt sie durch den Keil, und lässt einen Balken nach dem dern eintreiben, indem man wieder nach Fig. 185 das vordere

Ende in den Mauerfalz schiebt, worauf er sich von selbst in die Oeffnung legt und sogleich herabgestossen wird.

Zuweilen erhält die Wendesäule, an welche die Dammbalken sich lehnen, auch eine andre Einrichtung, wodurch ein besserer Anschluss derselben an das Mauerwerk möglich, und das Durchdringen des Wassers zwischen beiden, ebenso wie neben der Wendesäule eines Schleusenthores vollständig verhindert werden kann. Fig. 252 auf Taf. LV stellt diese dar; ich habe sie in neuester Zeit in Frankreich gesehn. Die Stauvorrichtung enthält mehrere Gerinne zwischen massiven Mittelpfeilern, jedes derselben ist 14 Fuss 9 Zoll im Lichten weit. Die Figuren 252 *a* und *b* zeigen die Vorrichtung mit den eingelegten Dammbalken, also in derjenigen Stellung, die sie einnimmt, wenn die Oeffnung geschlossen ist. Die Wendesäule dreht sich in einer Nische, die in cylindrischer Form möglichst sorgfältig in Werkstücken ausgearbeitet ist. Unten steht sie in gleicher Art, wie die Wendesäule eines Schleusenthores, mit einer Pfanne auf einem aufwärts gerichteten Zapfen, oben dagegen wird ihr Hals, der mit einem Ringe aus Glockenmetall bekleidet ist, von einem eisernen, ausgedrehten Halsbande umfasst, dessen Anker in beiden Figuren sichtbar sind. Die cylindrische Oberfläche, nach der die Säule und die Wendenische ausgearbeitet sind, ist sehr nahe mit dem Radius von 10 Zoll beschrieben. In der Säule befindet sich jedoch der Länge nach ein Einschnitt, worin die Dammbalken liegen, und die Ebene, wogegen dieselben sich lehnen, ist mit starkem Eisenblech verkleidet.

Um die Säule in derjenigen Stellung zu erhalten, wobei die Dammbalken sicher unterstützt werden, tritt aus der obern Fläche der Wendesäule ein starker eiserner Zapfen vor, der behufs hinreichender Befestigung weit herabreicht. Um diesen Zapfen dreht sich ein Haken, der bei der richtigen Stellung der Säule in eine Oese passt. Letztere ist in ein Werkstück eingesetzt und mit Blei vergossen. Sobald der Haken hier eingreift, wird er durch ein Vorlegeschloss darin befestigt, damit nicht etwa durch muthwilliges Auslösen der Stau aufgehoben werden kann. Nachdem in dieser Art der vor die Seitenwände des Gerinnes vortretende [illegible] bildet ist, versenkt man einen Dammbalken nach dem andern.

ehterung dieser Arbeit dienen nicht nur Windevorrichtungen, nan auf die Pfeiler stellen kann, sondern es sind daselbst eiserne Böcke angebracht, worauf die Dammbalken sicher a und alsdann bequem gefasst werden können.

Will man den Stau aufheben, so darf man nur das Vorlegess beseitigen, und den Haken aus der Oese schlagen, worauf Säule sich sogleich so weit dreht, dass alle Balken gelöst vom Wasser fortgestossen werden. Fig. 252 *c* zeigt die Stel-, welche die Wendesäule in diesem Falle annimmt.

Statt der Wendesäule, die sich um eine vertikale Axe dreht, t man zuweilen auch eine solche, die sich um eine horizontale flach auf den Boden niederlegt. Fig. 192 *a* und *b* stellt Vorrichtung dar. Sie befindet sich auf dem Seille-Flusse vor der Einmündung desselben in die Saone und ist in den en 1818 bis 1820 ausgeführt.*) Die Freiarche hat im Ganzen Oeffnungen. Sieben derselben zunächst an dem rechten Ufer für die Abführung des Hochwassers bestimmt. Jede ist Fuss 6 Zoll weit, und die massiven Mittelpfeiler sind 4 Fuss oll stark. Die ächte Oeffnung dient gleichfalls zur Abführung Hochwassers, wird jedoch durch drei Schütze geschlossen, geringe Anschwellungen abzuführen; die neunte Oeffnung endam linken Ufer ist der Schiffsdurchlass und führt zugleich Betriebswasser einer Mühlenanlage zu.

Die ganze Anordnung der Stauvorrichtung ergiebt sich aus Zeichnung, woher wenig hierüber gesagt werden darf. Die le, welche die Dammbalken an der einen Seite hält, wird selbst h einen vorgeschobenen starken eisernen Riegel unterstützt, man leicht zurückschlagen kann. Unten ist die Säule mit m Charniere versehn, und dieses wird von einem Balken geen, der eine zweite Schwelle bildet. Die Säule ist am Kopfe h an einer Kette befestigt, deren andres Ende in eine Oese dem Pfeiler greift, wie Fig. 192 *a* zeigt. An dieser Kette t man die Säule auf, wenn man den Stau wieder darstellen will. er einzelne Dammbalken trägt an dem Ende, womit er in der en Nuthe liegt, eine besondere Kette, und die letzten Ringe

*) *Annales des ponts et chaussées* 1836. I. Seite 180 ff.

sämmtlicher Ketten sind auf eine Stange in der Oberfläche
Pfeilers gezogen. Die Figur zeigt nur eine dieser Ketten.

Minard erwähnt*) dass die Säule in diesem Falle mit gro
Heftigkeit niederschlägt, und dadurch theils der Boden des We
leicht beschädigt wird, besonders aber das Charnier an der S
selbst, wie stark man es auch machen mag, oft zerbricht.

§. 89.

Bewegliche Wehre.

Da die Wehre in den Flüssen nur zur Zeit des niedrig
Wassers gebraucht werden, und bei Anschwellungen mehr o
weniger wegen der unvermeidlichen Beschränkung des Pro
für die oberhalb gelegnen Gegenden nachtheilig sind, so liegt
Idee sehr nahe, den Wehren eine solche Einrichtung zu ge
dass sie bei höhern Wasserständen ganz beseitigt werden kön
Es sind in dieser Beziehung schon seit langer Zeit vielfache V
schläge gemacht worden, doch hat man erst seit einigen J
zehenden versucht, dergleichen bewegliche Wehre wirklich
zustellen. Da die Aufgabe ohne Zweifel eine der wichtigsten
der Wasserbaukunst ist, so will ich die verschiednen Vorschl
soweit sie mir bekannt geworden, in der Hauptsache ande
wiewohl durch keinen derselben, wie es scheint, eine vollstän
Lösung herbeigeführt worden, und in allen Fällen noch immer
festes, wenn gleich niedriges Wehr wirklich erbaut werden m
um die bewegliche Stauvorrichtung darauf zu stellen.

Häufig hat man den Vorschlag gemacht, das Wehr aus
zelnen, neben einander gestellten Kasten zusammen zu setzen,
in der Art belastet sind, dass sie bei kleinem Unterwasser
der Sohle des Flussbettes aufstehn, bei Anschwellungen aber
selbst gehoben werden und fortschwimmen. Die Schwierigke
der Ausführung und namentlich der Aufstellung in heftiger S
mung stellen sich aber bei näherer Ueberlegung schon als
bedeutend heraus, dass man, soviel mir bekannt, niemals
Versuch gemacht hat, diese Idee bei Flusswehren wirklich in

*) *Cours de construction*, Seite 132.

ung zu bringen. Bei den Schiffsdocks kommen allerdings chtungen dieser Art vor, aber in diesem Falle findet während Einstellens oder Ausfahrens derselben gar keine Strömung , indem zuvor auf beiden Seiten ein gleicher Wasserstand treten ist.

Gewissermaassen stellt eine Reihe von nebeneinander ange- n Freiarchen schon ein bewegliches Wehr dar, wobei die nungen entweder durch Schütze oder durch Dammbalken ge- ssen werden können. Das Manöver derselben ist indessen er so mühsam und zeitraubend, dass man nur in solchen Fällen n Gebrauch macht, wo sehr bedeutende Menschenkräfte jeder- disponibel sind. Man findet daher Anlagen dieser Art ge- lich nur neben Festungen, und zwar dienen sie alsdann zur ung der fortificatorischen Inundationen.

Zur vollständigen Lösung der Aufgabe wäre erforderlich, dass Druck des stehenden oder des strömenden Wassers selbst die gende Kraft abgäbe, wodurch die Stauvorrichtung beseitigt, wieder dargestellt würde. Oder andrerseits müsste diese Vor- tung der erforderlichen Solidität ohnerachtet mit so geringer ft sich handhaben lassen, dass wenige Leute nicht nur dazu igten, sondern auch in kurzer Zeit damit fertig würden.

Bei der Schiffbarmachung oder vielmehr Kanalisirung des igh-Flusses in Pensylvanien, der bei Easton in den Delaware det, erbaute Josiah White im Jahre 1818 bewegliche Wehre, nur durch den Druck des Wassers manövrirt werden, und er daher hydrostatische Wehre nannte. *) Sie dürfen ich kaum Wehre genannt werden, da sie eigentlich nur Unter- pter von Kammer-Schleusen sind. Nichts desto weniger ist elbe Einrichtung ohne Zweifel auch zur Darstellung eines stständigen Wehres brauchbar. Fig. 193 *a*, *b* und *c* zeigt n Theil des Grundrisses, und zwei Längendurchschnitte mit ergelegter und aufgestellter Stauvorrichtung, wie solche nach em Modelle durch die Wiener Bauzeitung mitgetheilt sind. **)

*) *Mich. Chevalier, histoire et description des voies de com- nication aux états unis.* Paris 1843. Vol. II. Seite 464.

**) Jahrgang 1843, Seite 334 und 335.

Der Stau wird durch ein Thor hervorgebracht, welches sich um eine horizontale Axe dreht, und flach auf den Boden niedergelegt werden kann. Dasselbe stützt sich, sobald es aufgerichtet ist, gegen ein zweites ähnliches Thor, dessen Drehungsaxe an der stromabwärts gekehrten Seite sich befindet. Dieses letzte ist nach Chevalier's Angabe noch einmal so lang, als das erste, was mit der vorliegenden Zeichnung nicht übereinstimmt. Beide Thore schliessen beständig möglichst dicht gegen einander, so wie auch gegen den Boden und beide Seitenmauern. Man kann daher den Druck des darunter befindlichen Wassers willkührlich verstärken oder schwächen, je nachdem man dieses mit dem Ober- oder Unterwasser in Verbindung setzt. Die niedergeschlagnen Thore erheben sich, sobald das eingeschlossene Wasser den Druck des Oberwassers erhält, und sinken, sobald der Raum unter ihnen mit dem Unterwasser in Verbindung gesetzt wird. Die beiden Schütze in dem Seitenkanale dienen zur Darstellung und Aufhebung der erwähnten Verbindungen. Damit aber die Thore sich nicht zu weit öffnen, sind vorstehende Leisten an beiden Seitenmauern angebracht, und überdies befindet sich an der untern Seite des ersten Thores eine dritte Leiste, die in der Figur angedeutet ist. Die Thore dürfen sich nie so weit heben, dass sie senkrecht gegeneinander stehen, weil sie in diesem Falle nicht mehr geschlossen werden könnten. Der Stau, der durch diese Vorrichtung erzeugt wird, beträgt in einem Falle 29 Fuss, in den andern sieben Schleusen ist er geringer. Ein Wehr dieser Art soll auch im Königreich Würtemberg in der Enz bei Besigheim mit vollständigem Erfolge zur Ausführung gebracht sein.

Andre Stau-Vorrichtungen legen sich von selbst nieder, sobald ein stärkrer Wasserdruck eintritt. Hierher gehört vorzugsweise das Doppelthor mit horizontaler Axe. Ein Thor oder eine Tafel lehnt sich, wenn sie aufrecht steht, mit ihrem untern Rande gegen einen Falz im Wehrrücken. So lange das Oberwasser unter der Drehungsaxe sich befindet, vermehrt der Druck desselben die Stabilität der Tafel. Steigt das Wasser dagegen höher, so bildet sich oberhalb der Axe ein Gegendruck. Beide Pressungen werden aber (wenn das Unterwasser die Tafel gar nicht berührt) einander erst gleich, sobald das Oberwasser noch einmal so hoch über der Axe steht, als diese über dem Wehr-

en. Steigt das Wasser noch höher, so wird der Druck auf obern Theil der Tafel stärker, als auf den untern, und die el schlägt um.

Fig. 194 *a*, *b* und *c* zeigt das mit dieser Stauvorrichtung ehne Wehr von Riom im Departement Puy de Dôme.*) Es iden sich darin drei Oeffnungen, jede von 12 Fuss 9 Zoll te; die Thore oder Tafeln, aus doppelten Bohlen bestehend, 2 Fuss 3 Zoll hoch. Sie setzen sich fort bis in die Pfeiler, bewegen sich hier in Nischen, deren Ränder einestheils das r stützen und das Durchquellen des Wassers mässigen, antheils aber auch verhindern, dass die Tafeln zu weit überagen. Im Uebrigen ergiebt sich die Einrichtung aus der Zeichg, und es ist dabei nur zu erinnern, dass beim Wiedereintritt kleinen Wassers die Tafeln sich nicht von selbst aufrichten, lern von den Pfeilern aus mit Haken gehoben werden müssen.

Dergleichen Drehthore oder Klappen lassen sich auch ch angehängte Gewichte in der aufrechten Stellung erhalten, höhern Wasserständen geben die Gewichte aber nach, die ppen legen sich nieder und erheben sich sogleich von selbst, ald das Hochwasser verlaufen ist. Diese Einrichtung ist bei iffbarmachung der Ouse oberhalb York seit dem Jahre 1834 Ausführung gekommen.**)

Die Ouse war früher nur bis Selby schiffbar: weiter aufwärts York betrug die Tiefe auf den Kiesbänken zur Zeit der niegsten Fluthen nur 5 Fuss. Man musste daher für diese Fahrten ner die Zeit der Springfluthen benutzen, und grössere Schiffe nten überhaupt nicht heraufgehen. Nachdem einzelne Kiesnke durch Baggern beseitigt waren, erreichte man zur Zeit des chwassers eine Tiefe von 11 bis 12 Fuss.

Hierauf kam es darauf an, die Schiffahrt noch 20 Engl. eilen weiter aufwärts bis Boroughbridge auszudehnen. Es bemden daselbst bereits einige Schleusen nebst Wehren, aber die assertiefe in den zwischenliegenden Stromstrecken war unge-

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1842. I. Seite 231 ff.
**) *Civil-Engineer and Architects Journal.* 1840. III. Seite 284.

nügend, und man dürfte mit Rücksicht auf die niedrigen Ufer keine Erhöhung der Wehre vornehmen. Nichts desto weniger war zur Zeit des Sommers eine Hebung des Wasserspiegels um 12 Zoll noch zulässig. Hierzu dienten die erwähnten Klappen auf den Wehren.

Zwei dergleichen Klappen, jede 74 Fuss lang, 18 Zoll hoch und 4 Zoll stark, bestehend aus Kiefernholz, bilden die bewegliche Erhöhung des Wehres, dessen ganze Länge 148 Fuss beträgt. Sie stehen auf dem massiven Wehrrücken auf und werden von 10 zu 10 Fuss durch starke eiserne Charniere gehalten, welche ein Niederlegen auf den Wehrrücken gestatten, und in die Hausteine eingelassen und darin mit Blei vergossen sind. Der bewegliche Arm jedes Charnieres endigt in einen Zapfen von 1 Zoll Stärke, der über die Klappe vorragt. An diesen Zapfen sind flache Ketten befestigt, die sich auf eben so viele Schneckenräder aufrollen. Die letztern sind auf zwei eiserne Axen aufgesteckt, deren jede dieselbe Länge, wie die zugehörige Klappe hat. Diese Axen ruhen auf eisernen Stielen, die auf der stromaufwärts gekehrten Kante des Wehrrückens stehen. Neben jeder Seitenmauer trägt die Axe ein gezahntes Rad, das in ein Getriebe greift, und letzteres ist mit einer Rolle verbunden, woran das Gegen-Gewicht hängt. Wenn diese Gewichte auf dem Boden aufstehn, so befinden sich die Klappen in lothrechter Stellung. Dieses geschieht so lange, als das Wasser die Höhe von 6 Zoll über den Klappen oder, zwei Fuss über dem Wehrrücken nicht übersteigt. Schwillt das Wasser dagegen höher an, so gewinnt der Druck desselben auf die Klappen das Uebergewicht, und die Klappen legen sich flach nieder, so dass ihr Einfluss auf das Hochwasser ganz verschwindet. Sobald die Fluthen aber vorüber sind, sinken die Gewichte, und die Klappen stellen sich von selbst wieder auf. Diese Anordnung wurde vom Ingenieur Rhodes vorgeschlagen und ausgeführt, und sie soll in jeder Beziehung sehr günstige Resultate gegeben haben.

Eine andre, sinnreiche Einrichtung solcher Klappen auf Wehren hat der Ingenieur Thénard am Isle-Fluss im Departement de la Dordogne zur Ausführung gebracht. *) Dasselbe gewäh

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1841. II. Seite 45 ff.

en Vortheil des eben beschriebenen Systems, dass die Klap- ich nämlich flach auf den Wehrrücken niederlegen, sondern t vor demselben noch den Vorzug, dass alsdann keine Stützen, sonstige Theile des Apparates vorragen, und sonach selbst tarker Eisgang darüber fortgehen kann, ohne Beschädigungen erursachen. Das Aufstellen und Niederlegen wird freilich durch den höhern oder niedrigern Wasserstand selbst ver- st, der Wärter muss vielmehr mittelst eines Mechanismus, er vom Ufer aus regiert, gewisse Verbindungen lösen. Es jedoch hierin kein Nachtheil, da die Anstellung eines Wärters wegen der Schleuse daselbst nothwendig ist. Die Bewe- der Klappen wird aber durch den Wasserdruck verursacht, erfolgt sonach ohne Anwendung äussrer Kräfte. Diese be- chen Wehre waren theils 1828, theils 1832 zur Ausführung cht: in dem Berichte der Commission, welche dieselben 1841 suchte, ist von Beschädigungen und Reparaturen nicht die , woher man wohl annehmen muss, dass solche nicht in auf- der Weise vorgekommen sind.

Fig. 195 *a*, *b*, *c* und *d* auf Taf. XLVII zeigt eins dieser re in der Ansicht vom Oberwasser aus, im Grundrisse und ei Profilen. Die ganze Länge des Wehres beträgt 151 Fuss. Seite desselben liegt eine Schiffsschleuse und zwei Gerinne. Stau wird durch diejenigen Klappen bewirkt, die dem Unter- er zunächst liegen, und die stromabwärts niederschlagen. n sie aufrecht stehn, wie Fig. *c* zeigt, so werden sie in r Stellung durch eiserne Streben gehalten, die sich gegen el auf dem Rücken des Wehres stützen. Man braucht diese el nur zu entfernen, so hört diese Unterstützung auf, und Klappen schlagen unter dem Drucke des Wasser von selbst er. Zu diesem Zwecke dient eine eiserne Stange, die sich Länge nach über das Wehr hinzieht, und an dem einen Ende Zähnen versehen ist, welche von einem Getriebe gefasst wer- Dieses Getriebe wird durch eine auf die Axe desselben esteckte Kurbel in Bewegung gesetzt. Die Riegel, welche Stützen halten, werden aber nicht sämmtlich auf einmal ge- t, sondern die eiserne Stange greift in einen nach dem an- , und zwar fasst sie jedesmal einen folgenden, nachdem sie Zoll $1\frac{1}{2}$ Linien weiter geschoben ist. Dieses wird dadurch

erreicht, dass die Entfernung der Ansätze auf der Stange, die Verschiebung der Riegel geschieht, etwas grösser ist, Entfernung der einzelnen Riegel. Das Zurückziehen der ehe man die Klappen wieder aufstellt, erfolgt gleichfalls das erwähnte Getriebe.

Das Aufrichten der Klappen gegen den Wasserdruck indessen sehr schwierig sein, wenn man den Druck nicht rend dieser Zeit beseitigen könnte. Hierzu dienen die Gegenklappen, die stromaufwärts niederschlagen. Sie sind lich, sowohl bei kleinem, wie bei hohem Wasser nieder und greifen jede mittelst eines Federhakens in einen Riegel, auf dem Kopfe eines davorstehenden Pfahles befestigt ist. Riegel lassen sich indessen ganz in derselben Art, wie die, che die untern Klappen halten, durch eine zweite eiserne und ein zweites Getriebe auslösen, und zwar wieder nicht zeitig, sondern einer nach dem andern. Sobald einer von Riegeln sich löst, fasst der Strom, der längs dem Vorboden Wehres ansteigt, die Gegenklappe, und richtet sie soweit auf, die Ketten dieses erlauben. Das Wasser wird alsdann durch angestaut, und es vergehn jedenfalls mehrere Minuten, bis Wasser über sie herüberfliesst. In dieser Zwischenzeit bleibt untre Theil des Wehrrückens trocken und der Wärter hat Gelegenheit, ohne alle Gefahr mittelst einer Leiter auf das Wehr hinabzusteigen und eine Klappe nach der andern aufzurichten, rend schon früher alle Riegel eingestellt waren, so dass die sich dagegen leicht lehnen. Die Operation wird an der Seite gefangen, wo der Wärter herabsteigt, und von hier bis zum dern Ufer fortgesetzt. Alsdann wartet der Wärter so lange, das Wasser den obern Rand der Gegenklappen erreicht und eigentlichen Klappen den Stau verursachen. Sobald dieser punkt eintritt, hört der Druck auf alle Gegenklappen auf, man kann leicht und schnell eine derselben nach der andern einer Stange niederstossen, so dass der Federhaken aufs eingreift und sie festhält.

Die Commission, welche die auf dem Isle ausgeführten lagen dieser Art untersuchte, spricht die Ansicht aus,

se Klappen sehr sicher 3 bis 4 Fuss hoch machen dürfe, aber im letzten Falle zweckmässig sei, die Länge der auf 1 Meter oder auf 3 Fuss 2 Zoll zu beschränken.
mnächst kann der Stau bei niedrigem Wasserstande auch 'hore hervorgebracht werden, die sich um vertikale lrehn. Damit dieselben sich indessen beliebig öffnen und n lassen, und nicht durch den Wasserdruck in ihrer zu fest gehalten werden, muss man ihnen zwei Flüben, oder die Axe in die Mitte, oder wenigstens ziemie derselben anbringen. Indem man durch Oeffnen von den Druck auf einen oder den andern Flügel verstärn, so erlauben sie unter allen Umständen ein leichtes r, auch tritt hierbei noch der Vortheil ein, dass das obere er Drehungsaxe über Wasser liegt, und sonach immer heit giebt, durch kräftige mechanische Vorrichtungen die ngen zu unterstützen und sicher zu leiten. Ein grosser ind dieser Anordnung liegt aber darin, dass die Thore, e auch geöffnet sind, mitten im Strome stehen, und da- Beschädigungen beim Eisgange stark ausgesetzt bleiben. em kann nur derjenige Flügel, der sich stromaufwärts gegen eine Schwelle oder einen Falz in dem Boden geerden, während der stromabwärts aufschlagende, durch sserdruck von diesen Schwellen und Falzen entfernt, nicht gegen gedrückt wird. Solche Thore müssen daher in ie sehr feste Verbindung haben, und dieses ist wieder glich, wenn ihre Breite nicht bedeutend ist. Hierin liegt iter Grund, der ihrer Anwendung als Stau-Vorrichtung sen sehr hinderlich ist. Nichts desto weniger sind sie em Zwecke doch vorgeschlagen und zuweilen auch wirk- Ausführung gebracht.
Gesellschaft, welche den nordöstlichen Theil von London sser versieht *(East London Water Works Company)* musste immer zunehmenden Bedürfniss im Jahre 1833 auf die kung des Wasserquantums Rücksicht nehmen. Zur Zeit th schwillt der Lea Fluss merklich an, während zur Zeit e sein starker Abfluss zum Betriebe verschiedener Mühlen Der Abfluss war aber bedeutender, als dass er ganz von

den Mühlen benutzt werden konnte. Es durfte daher ein Theil des Fluthwassers in einem Seiten-Bassin zur Speisung der Wasserleitung aufgefangen werden, doch musste man zugleich die erforderlichen Vorkehrungen treffen, um etwanigen Beschwerden der Müller zu begegnen. Die Anlage des Seiten-Bassins wurde daher nur unter der Bedingung genehmigt, dass auf Erfordern der Müller durch Zurückleitung des Wassers sogleich jedem Mangel vorgebeugt würde. In solchem Falle werden daher die Thore wieder geöffnet, und da die Niveau-Differenz nur wenige Zolle beträgt, so muss eine recht grosse Oeffnung dargestellt werden, um das erforderliche Wasserquantum schnell genug wieder abzugeben. Hierzu werden die in Rede stehenden Drehthore benutzt.

Die von Wicksteed getroffene Anordnung der Thore ist in Fig. 200 *a*, *b* und *c* auf Taf. XLVIII im Grundrisse und in der Seiten- und vordern Ansicht und im Querdurchschnitte dargestellt.*) Jede der drei Oeffnungen ist 92 Fuss weit und wird durch zwei Drehthore geschlossen, deren Axen sich genau in ihrer Mitte befinden. Der Druck des Wassers gegen beide Flügel ist also gleich gross, und das Oeffnen und Schliessen erfolgt durch ein Getriebe, das in einen gezahnten Quadranten an der Axe eingreift. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Thore schon von den gewöhnlichen Drehthoren, die in den Spülschleussen bei Seehäfen vorkommen. Eine andre Eigenthümlichkeit besteht aber noch darin, dass diejenigen Flügel, welche beim Oeffnen der Thore in das Bassin, also ins Oberwasser treten, wenn sie geschlossen sind, sich gegen einander stemmen, wie Schleussenthore, und sich zugleich an Schlagschwellen lehnen. Die andern Flügel werden aber, so lange die Thore geschlossen bleiben, jeder durch drei eiserne Daumen in eine Nuthe der Mauer gepresst. Hierdurch wird dem Durchbiegen der Thore vorgebeugt, welches sonst bei der grossen Länge derselben unfehlbar bald eintreten und einen starken Wasserverlust verursachen würde. Endlich sind die Thore auch viel grösser, als andre Drehthore, und dieses war hier zulässig, da sie nur einem geringen Wasserdrucke ausgesetzt bleiben. Die Laufbrücke, welche zugleich die obern Axen der Thore

*) *Civil Engineer and architect's Journal.* 1840. III. Seite 6

and daher sehr steif sein muss, besteht aus zwei Ortbalken, hen welche theils hölzerne Strebe-Bänder, theils gusseiserne en eingeschoben sind, wie Fig. 200 *d* zeigt.

Prony hat die Anwendung ähnlicher Thore zur Darstellung Staues für das kleine Wasser in Strömen vorgeschlagen, einen Entwurf dieser Art für die Seine bei Poissy bearbeiten n und bekannt gemacht. *) Wenn gleich dieses Project nicht Ausführung gekommen ist, es sogar nur als erste Idee ohne mte Angabe der Specialien mitgetheilt wird, auch mancherlei fel gegen die Anwendbarkeit desselben sich aufdrängen, so es doch schon wegen des um die Wasserbaukunst so viel-verdienten Verfassers, hier nicht mit Stillschweigen über-en werden. Vieles, was sonst unausführbar und ganz un-isch erschien, zeigt sich bei der weiter ausgebildeten und arken Fortschritte begriffenen Technik nicht nur sehr wohl ndbar, sondern auch im Gebrauche ganz sicher, und durch besondre Zufälligkeiten bedroht. Es erscheint daher keines-unmöglich, dass auch dieser Vorschlag einst Eingang findet. at aber in einer Beziehung vor allen übrigen beweglichen ren einen grossen Vorzug, in sofern das Wasser, welches end des Staues abgeführt wird, nicht darüber stürzt, sondern ter abfliesst und sonach jede Ablagerung, welche die Be-ng des Apparates erschweren könnte, verhindert wird.

Aus dem Grundrisse Fig. 201 ergiebt sich schon die ganze dnung. Die Schiffahrt erfordert Durchlass-Oeffnungen von is 12 Meter Weite, damit die Schleusse zur Seite wenigstens Zeit der etwas höhern Wasserstände nicht benutzt werden darf. übrigen Oeffnungen durften dagegen bedeutend schmaler sein. nach sind sieben Oeffnungen zu 28 Fuss 8 Zoll und sechs ischenliegende zu 38 Fuss 3 Zoll angenommen. Die Pfeiler, e die Axen der Thore halten, und zugleich dieselben, wäh-sie geöffnet sind, vor allen Beschädigungen sichern, sind s anders, als gewöhnliche Eisbrecher, die bei dem dortigen achen Eisgange wohl hinreichend fest sein mögen. Jedes

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1835. II. Seite 325 ff.

Thor besteht wieder aus zwei mit einander verbundnen Fl
Der längere Flügel ist stromaufwärts gekehrt, und dient je
zur Verschliessung einer Hälfte der anliegenden weitern Oe
seine Länge beträgt nahe 24 Fuss; der kürzere Flügel
dagegen zu einer schmalen Oeffnung, ist stromabwärts g
und nur etwas über 19 Fuss lang. Diese Flügel, die e
ganz aus Holz oder mit Anwendung starker gusseiserner
und Rahme erbaut werden sollen, reichen nicht bis zum m
Grundbette herab, sondern lassen dazwischen einen Rau
der bei der beabsichtigten Niveau-Differenz zwischen Obe
Unterwasser während der niedrigsten Wasserstände zur Abf
der ganzen Wassermenge hinreicht. Wird letztere gröss
öffnet man, soweit es nöthig ist, einige Schütze in den
Flügeln, wodurch die Thore sich von selbst drehen. W
Thore geöffnet sind, stehen sie ihrer ganzen Länge nach
Mitte der Eisbrecher, also möglichst gesichert. Diese S
ist auf der rechten Seite der Figur angegeben. Sind die
aber geschlossen, so stemmen sie nicht nur mit den länge
geln gegen einander, sondern es lehnt sich auch jedes T
drei Pfähle: zwei von diesen gehören zum Eisbrecher, de
steht jedesmal in der Mitte der grössern Oeffnung und ist
abgeschnitten, dass nur eben die Schwellrahmen der länge
gel dagegen stossen. Auf diese Weise ist es leicht, jedes
Thor in die passende Stelle zu bringen, und es darin zu e
Statt der gewöhnlichen Schütze ist noch die Anwendung vo
thoren empfohlen: es sollen am Ende jedes längern Flügel
derselben von 1 Fuss 9 Zoll Breite angebracht werden,
jedes seine Drehungsaxe in der Mitte hat, und die ebens
die grossen Thore, an dem einen Ende stromaufwärts,
andern stromabwärts mit dem nächsten ähnlichen Drehth
sammenschlagen. Diese kleinern Thore sollen von eine
brücke aus, die auf den grossen Thoren angebracht ist, gesc
werden. Hat man sie geöffnet, so reducirt sich die Län
längern Flügels, soweit der Wasserdruck darauf wirkt, a
16 Fuss. Der kürzere Flügel ist also in diesem Falle
stärkern Drucke ausgesetzt, und das Thor öffnet sich von
Es wird ausserdem noch der Vorschlag gemacht, durch die

chtungen vom Ufer aus der Bewegung zu Hülfe zu kom- und dieses möchte auch wohl nothwendig sein, wenn man die schmalen Drehthore bei der Drehung des grossen Tho- fortwährend verstellen wollte, denn ohne dieses würden sie Stosse des Wassers wieder ausgesetzt, sobald sich das Thor Pfeilern näherte.

Endlich werden bewegliche Wehre auch noch in der Art det, dass man auf die Sohle des Flussbettes, oder auf eine nte Fundirung, eine Schwelle legt, und über dem Wasser echt darüber einen zweiten horizontalen Balken als Gries- en anbringt. Letzterer muss mit einer Vorrichtung zum Drehen ehn sein, damit man ihn bei höherem Wasser oder auch Durchgange der Schiffe an das Ufer oder einen Mittelpfeiler n kann. Gegen die Schwelle und diesen Balken lehnt man nn, sobald der Stau eintreten soll, schmale Latten oder eln von Holz, die sich möglichst scharf berühren, und so- , wenn es erforderlich ist, das Wasser vor sich aufstauen. Frankreich sind Vorrichtungen dieser Art schon seit langer üblich, sie haben aber seit wenig Jahren daselbst die sehr entliche Vervollkommnung erhalten, dass der Griesholm nicht r aus einem Stücke besteht, sondern aus kleinern Theilen, che durch eine Reihe beweglicher Böcke unterstützt wer- . Während man sonst in geringen Abständen von einander telpfeiler erbauen musste, sind diese durch die angedeutete änderung entbehrlich geworden, und man kann ein solches hr über breite Flüsse und Ströme ohne Unterbrechung aus- nen. Sobald aber das Hochwasser oder der Eisgang eintritt, f man nur die eingestellten Nadeln und die Laufbrücke be- igen, denn der ganze übrige Theil des Werkes legt sich auf Unterbau flach nieder, und die Fluthen gehen darüber fort e den Apparat zu beschädigen, oder selbst dadurch behindert werden.

Fig. 202 *a* und *b* zeigt in der Ansicht und im Durchschnitte ältere Einrichtung. Die Sohle des Flussbettes ist be- igt und gemeinhin mit einem hölzernen Boden, wie eine Frei- e, versehn. Die Grundbalken darin liegen indessen ziemlich ernt, sind nur schwach und ihre Unterstützung durch die

Grundpfähle ist gemeinhin auch nicht besonders sicher, und oft ganz. Man pflegt diese Mängel theils durch Anbrin eines Pflasters aus schweren Steinen unter dem hölzernen B theils aber auch dadurch zu ersetzen, dass die Grundbalke unter die Pfeiler reichen, und auf diese Art einen liegenden bilden. Eine starke Schwelle tritt über den Vorboden vor, neben oder unter derselben befindet sich eine leichte Spund In den massiven Pfeilern zu beiden Seiten sind zwei Pfähle gemauert: der eine derselben trägt den beweglichen Balken Griesholm, und ein eingeschlagener Bolzen bildet dessen Dreh axe. Der Pfahl auf dem gegenüberstehenden Ufer ragt g falls über die Oberfläche des Pfeilers vor, und der bew Balken lehnt sich entweder unmittelbar dagegen, oder wird eine Klinke oder einen Riegel gehalten. Der bewegliche B ist auf der stromabwärts gekehrten Seite mit einer leichten lehne versehn, seine vordere Seite liegt aber lothrecht üb stromaufwärts gekehrten Kante der Schwelle. Das hintere des Balkens muss das Gegengewicht bilden, und auf dem ist ein Kasten angebracht, worin man Steine legt.

Die Nadeln aus recht gerade gewachsnem Holze gesch sind bis 10 Fuss lang, $2\frac{1}{4}$ Zoll breit und 2 Zoll stark werden, wie Fig. 202 *b* zeigt, in der Art eingesetzt, das sie schräge gegen den Strom in das Wasser stösst, wor sich sogleich an die Schwelle lehnen. Wenn aber die zulet gesetzte Nadel von der vorhergehenden zu weit absteht, s man sie etwas, so dass die Strömung zwischen beiden a alsdann wird sie durch den Wasserdruck von der andern leise herangeschoben. Auf vollständige Wasserdichtigkeit es indessen hierbei überhaupt nicht an. Am obern Ende si Nadeln cylindrisch abgerundet, damit man sie bequem fassen ausserdem sind sie hier mit einer Oese versehn, und nachde sämmtlich eingestellt worden, zieht man durch alle Oesen Leine, deren beide Enden am beweglichen Balken befestigt w

Will man die Stau-Vorrichtung entfernen, so braucht nur das Ende des Drehbalkens zu lösen. Man schläg die Klinke oder den Riegel zurück, oder falls der Pfahlkopf

Stützpunkt bildet, so muss das Gewicht auf dem kürzern so vergrössert werden, dass dasselbe niedersinkt. In dem und dem andern Falle wird der Drehbalken frei, die Stau- drängt ihn stromabwärts und schiebt ihn bis über den Pfeiler, welchem seine Drehungsaxe sich befindet. Alle einzelnen In, welche die Stauwand bildeten, werden dabei frei, und fol- dem Balken, an welchen sie mittelst der erwähnten Leine tigt sind.

Auf diese Weise lässt sich das Wehr bei eintretender An- ellung in sehr kurzer Zeit und fast momentan entfernen. Die tellung desselben erfordert allerdings mehr Mühe, doch kann eübter Arbeiter, wenn ein Gehülfe ihm die Nadeln zuträgt, en so vielen Minuten damit fertig werden, als die Länge der wand Fusse enthält. Die Oeffnungen, welche auf diese Art hlossen werden, sind bis 12 Meter oder 38 Fuss weit.

Emmery hat manche Verbesserungen hierbei eingeführt, die zum Theil auf eine solidere Construction und eine bequemere mehr gesicherte Operation, hauptsächlich aber darauf beziehn, der Drehbalken nicht mehr über der Oberfläche der Pfeiler , so dass einerseits die Nadeln weniger lang, andrerseits aber die Pfeiler höher werden können. Die Aenderung besteht n, dass der Drehbalken an einer vertikalen Wendesäule zur e des Pfeilers befestigt ist, und durch zwei eiserne Zugbänder einer horizontalen Lage gehalten wird. Die Wendesäule ist sowohl oben als unten mit Zapfen versehn, die sich in eiser- Pfannen drehen.*) Ein Wehr dieser Art ist zwei Stunden rhalb Paris in der starken Serpentine der Marne angebracht, che durch den Kanal von St. Maur abgeschnitten wird.

Wenn es darauf ankommt, einen recht wasserdichten Schluss zustellen, was gemeinhin nicht nothwendig ist, so kann man es unter Beibehaltung des Drehbalkens oder beweglichen Gries- nes noch dadurch erreichen, dass man zwei Reihen Nadeln tellt, und zwar so, dass die Fugen der einen Reihe jedesmal h die Nadeln der andern Reihe gedeckt werden. Man kann

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1838. I. Seite 203 ff.

die Nadeln auch verstärken und wie Setzpfosten mit Falzen versehn. Sie werden alsdann aber nicht mehr unmittelbar neben einander, sondern so eingesetzt, dass sie zwischen sich leere Zwischenräume von etwa 15 Zoll offen lassen. Man schliesst alsdann die noch bleibenden Oeffnungen durch kleine Schützen von etwa 1 Fuss Höhe, die über einander gestellt werden, und von denen jede mit einem besondern Stiele versehn ist. Fig. 203 zeigt die letzte Vorrichtung in der Ansicht von der stromabwärts gekehrten Seite und aus dem Grundrisse Fig. 203 *b* ergiebt sich, wie die Schwelle und der Griesholm eingeschnitten sind, um die richtige Einstellung der Setzpfosten zu erleichtern. Stau-Vorrichtungen dieser Art kommen in den Schiffsdurchlässen der Mayenne, Sarthe und des Loir vor. *)

Die bereits oben angedeutete Verbesserung der beweglichen Wehre mit vorgesetzten Nadeln, wodurch die Ausdehnung derselben nicht mehr auf die Länge eines Balkens beschränkt bleibt, sondern eine Durchbauung der breitesten Flüsse ohne Aufstellung von Mittelpfeilern gestattet, ist von dem Ingenieur Poirée ausgegangen. Das erste Wehr dieser Art scheint dasjenige zu sein, welches der Ingenieur Chanoine beschrieben hat. **) Es befindet sich in der Yonne unterhalb der Mündung des Bourgogne-Kanales neben dem Städtchen Epineau. Bald darauf (1840) wurde ein ähnliches Wehr in der Seine ohnfern Paris (wahrscheinlich bei Poissy) erbaut. Die Resultate beider sind, so viel darüber bekannt geworden, in jeder Beziehung befriedigend ausgefallen und man hat seit dieser Zeit auf mehrern andern Strömen in Frankreich ähnliche Anlagen zur Ausführung gebracht, wobei indessen bereits manche Aenderungen eingeführt sind. Ich wähle für die folgende Beschreibung das Wehr bei Epineau.

Dasselbe ist in seinem beweglichen Theile 223 Fuss lang. Der gemauerte Boden desselben hat, wie Fig. 197 zeigt, eine Breite von nahe 32 Fuss, und liegt in seinem höchsten Theile 15 Zoll 4 Linien unter dem kleinen Sommerwasser. Diese Höhe stimmt

*) *Recueil de dessins relatifs à l'art de l'Ingenieur* [...]

**) *Annales des ponts et chaussées*, 1839. I. Seite 238 [...]

er des natürlichen Flussbettes ungefähr überein. Das Mauer- des Bodens ist durchschnittlich nahe 4 Fuss stark. Durch Boden zieht sich der Länge nach eine vertiefte Rinne von uss 3 Zoll Breite hindurch. In diese ist der hölzerne Rah- eingelegt und verkeilt, welcher die beweglichen eisernen ce trägt.

Die ganze Anordnung ergiebt sich aus Fig. 196 *a*, *b* und *c*. Ränder der erwähnten Rinne sind nicht senkrecht ausge- itten, sondern treten an beiden Seiten schwalbenschwanz- ig zurück. An der stromabwärts gekehrten Seite lehnt sich hölzerne Schwelle von entsprechender Form dagegen. Strom- ärts thut dieses ein hölzerner Rahmen, der in Abständen von uss 2 Zoll von Mitte zu Mitte durch eingestampfte Riegel unden ist. In den Zwischenraum zwischen der Schwelle und Rahmen sind hölzerne Doppelkeile in Entfernungen von uss 6 Zoll eingetrieben, wodurch die ganze hölzerne Ver- wellung in der Rinne festgehalten wird.

Diese Befestigungsart ist so einfach, dass man keineswegs ganze Baustelle trocken legen darf, um den Rahmen heraus- ehmen, oder wieder einzusetzen. Nach der Mittheilung von noine lässt sich dieses noch ohne Schwierigkeit ausführen, n auch ein Wasserstand von 3 Fuss darüber stattfindet. Die wellen und Langhölzer der Rahmen stossen aber nur stumpf eneinander. Bei neuern Anlagen dieser Art hat man jedoch Schwelle ganz fortgelassen, und indem der stromabwärts ge- rte Falz der Rinne in dem massiven Boden senkrecht aus- rbeitet ist, so kann der Rahmen unmittelbar gegen die Werk- cke festgekeilt werden.

An den beiden innern Seiten der Langhölzer des Rahmens, l zwar jedesmal über der Mittellinie eines Riegels, befinden sich eisernen Pfannen, worin die Axen der Böcke liegen. Diese nnen sind wieder so eingerichtet, dass man die Böcke unter n Wasser ausheben und wieder einstellen kann. Fig. 198 *a* gt die Ansicht derjenigen Pfanne, welche stromaufwärts liegt. ist nur mit einem runden Loche versehn, in welches man die e steckt; die gegenüberstehende Pfanne Fig. 198 *b* hat dagegen en dem Loche, worin die Axe liegt, einen nach oben erweiterten

Schlitz, durch welchen man die Axe jedesmal hindurchziehen muss, der aber, nachdem dieses geschehn ist, durch einen eisernen Pflock geschlossen wird. Die eisernen Böcke stehen indessen nicht nur auf den erwähnten Pfannen, sondern da ihre Axen die darunter befindlichen Riegel berühren, so tragen die letztern gleichfalls einen Theil der Last.

Die Böcke in der Höhe von nahe 7 Fuss sind aus Stangeneisen zusammengesetzt, und zum Theil künstlich verzapft und verniethet. Nur das obere Ende der Strebe wird durch eine Schraube gehalten. Das Stangeneisen ist 1 Zoll 6 Linien stark und eben so breit. Das Gewicht des einzelnen Bockes ist so gross, dass zwei Arbeiter von der Laufbrücke aus ohne besondere Anstrengung ihn mittelst der Kette aufrichten können. Diese Kette ist an dem Bügel befestigt, der aus dem Kopfe der erwähnten Schraube vortritt. Die Kette ist aber hierbei keineswegs unentbehrlich, vielmehr fassen geübte Wärter auch eben so leicht mit einem Haken den obern Rahmen des Bockes und richten letztern dadurch auf. Man pflegt daher während des Winters die Ketten ganz auszulösen, weil sie häufig von treibenden Gegenständen gefasst werden, wo sie alsdann nicht nur selbst Beschädigungen ausgesetzt sind, sondern auch Veranlassung geben, dass solche Gegenstände am Wehre aufgehalten werden und starke Kiesablagerungen verursachen.

Beim Aufstellen des Wehres wird jeder einzelne Bock durch den Wärter und dessen Gehülfen aufgerichtet. Sobald er aber beinahe senkrecht steht, und eine mässige Kraft genügt, um ihn zu halten, überlässt der Wärter dem Gehülfen dieses Geschäft und greift mit dem vordern Einschnitt des Hakens Fig. 199 a den obern Riegel, worauf er den zweiten Einschnitt desselben Hakens auf den bereits festgestellten, nächst vorhergehenden Bock legt. Alsdann wird die Verlängerung der Laufbrücke vorgenommen, indem drei kurze Bretter von 4 Fuss Länge neben einander so weit vorgelegt werden, dass sie theils die frühere Ueberbrückung, und theils den neu aufgerichteten Bock reichlich überdecken. Durch einen Einschnitt in der ersten Fuge greift ein Bolzen durch den Bohlenbelag hindurch. Dieser dient theils als Marke für die richtige Lage der Bretter, hauptsächlich aber als fester Stützpunkt

Richten des nächsten Bockes, indem der Wärter während
Operation einen Fuss dagegen stemmt.

Sobald die Verlegung der Brücke geschehn ist, werden noch
Richteisen, 1 Zoll hoch und nahe 2 Zoll breit und mit zwei
hnitten versehn (Fig. 199 *b*) auf die beiden letzten Böcke
legt, worauf der Haken fortgenommen werden kann, der nur
ifig den letzten Bock halten sollte. Das eine dieser Eisen
vor dem erwähnten Schraubenkopfe und bildet den Griesholm,
gen später die Nadeln gelehnt werden, das andere, welches
icher sein kann und zuweilen ganz fortgelassen wird, liegt,
man es überhaupt anwenden will, auf dem stromabwärts
rten Ende des Rahmens.

Auf diese Weise können zwei Mann die Aufstellung der ganzen
ung bewirken, doch wird gewöhnlich noch ein dritter Arbeiter
benutzt, der namentlich die Bretter und Richteisen zuträgt.
Niederlegen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, jedoch in
her Weise, so dass es keiner weitern Beschreibung bedarf.
uss indessen noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass
ineswegs nothwendig ist, alle Böcke aufzustellen, oder alle
rzulegen, da jeder derselben, sobald er auf einer Seite die
ändige Verbindung erhalten hat, schon ganz sicher steht.
kann also, wenn Oeffnungen für die Schiffahrt frei bleiben
n, diese sehr leicht am Ende des Wehres darstellen. Der
Bock legt sich gleichfalls ganz nieder, und zwar in eine
ig tiefe Nische, die zu diesem Zwecke in dem massiven
r angebracht ist.

An beiden Enden des Rahmstückes von jedem Bocke sind
aufwärts gekehrte Eisen angebracht, die aber der Deutlich-
wegen in der Zeichnung grossentheils nicht angegeben sind.
an der stromaufwärts gekehrten Seite ist nur ein Paar Zolle
, und dient theils dazu, das Herabfallen des Richteisens zu
ndern, theils aber auch um die letzte Nadel zu halten, falls
olgende Bock niedergelegt wäre und sonach hier das Ende
ufgestellten Stauwand sich befände. Das Eisen an der andern
ragt etwa 1 Fuss über der Laufbrücke vor, und hat gleich-
den Zweck, das zweite Richteisen zu halten, ausserdem aber

dient es als Lehne, um die Nadeln dagegen zu packen
dem sie beigetragen oder ausgehoben sind.

Die Nadeln, aus geradfasrigem Holze geschnitte
7 Fuss 9 Zoll lang, 2 Zoll 8 Linien breit und 1 Zoll
stark. Sie lehnen sich oben gegen das erwähnte Richtei
den Griesholm, der einen Bock mit dem andern verbin
unten gegen das vordere Langholz des Rahmens, das z
Zwecke mit einer eisernen Schiene beschlagen ist. Vor
jedes Bockes befindet sich in diesen Schienen ein klei
sprung, der das untere Ende der Nadeln in gleicher W
rückhält, wie dieses an ihrem obern Ende geschieht. De
erhält auf diese Weise bei jedem Bocke eine Lehre, w
den lothrechten Stand der Nadeln beurtheilen kann.

Der laufende Fuss dieses Wehres kostete mit de
rung, den Landpfeilern und allem Zubehör 175 Thaler
den ersten Versuchen brauchte man zum Abnehmen des
und zwar sowohl zum Ausheben der Nadeln als zum Nie
der Böcke, für jeden Fuss Länge 32 Sekunden und z
stellen 37 Sekunden. Doch zeigte sich bald, dass die A
grösserer Uebung der Wärter viel schneller von Statten

Sehr wichtig ist ohne Zweifel die Frage, wie diese
sich beim Hochwasser verhält, und ob nicht vielleicht gross
massen sich darüber legen, die das spätere Aufrichten e
ren, oder dabei die Anwendung ungewöhnlicher Mittel not
machen. Diese Besorgniss erscheint nach Allem, was dar
kannt geworden, und soweit Privat-Erkundigungen reichen
begründet. Chanoine sagt, dass allerdings zuweilen Ablage
die Rinne im Grundbette ausfüllen, dass aber dennoch das Au
der Böcke ganz sicher ausgeführt werden kann, wenn man a
selbst den mit Sand oder Kies bedeckten Bock, soweit es
aufhebt und wieder zurückfallen lässt. Die Ablagerungen, d
hierauf in der Rinne noch zurückbleiben, lassen sich nac
selben Mittheilung leicht beseitigen, wenn man einen starken
darüber leitet, und hierzu bietet das Wehr selbst eine sehr be
Gelegenheit. Man braucht nämlich nur an der Stelle,
starke Strömung stattfinden soll, die Nadeln fortzunehmen,

der übrige Theil der Wand geschlossen ist. Auf diese Art
s gewiss mit keiner Schwierigkeit verbunden, sobald die
e Rüstung steht, das Grundbette und die Rinne durch Spü-
vollständig zu reinigen. Ausserdem leidet es aber wohl
n Zweifel, dass, wenn auch hin und wieder ein Bock so
ersandet sein sollte, dass er mit der Kette oder dem Haken
nicht zu bewegen wäre, man bei seiner geringen Entfernung
der bereits aufgestellten Brücke mit Handbaggern die Be-
gung des Kieses oder Sandes leicht so weit bewirken könnte,
die Aufstellung möglich würde. Auch dürfte in diesem Falle
rscheinlich die Schwierigkeit schon jedesmal von selbst ver-
inden, wenn man die Nadeln, so weit die Brücke steht,
ständig einsetzt, und dadurch noch ehe der Bock gehoben
, den verstärkten Strom darüber leitet, der die Aufräumung
irkt. Die Verhältnisse sind in dieser Beziehung genau die-
en, wie beim Buhnenbau; der bereits stehende Theil des
hres ist nichts Andres, als eine senkrechte Buhne mit sehr
em Kopfe, und ebenso wie ein solches Werk unter andern
hältnissen eine grosse Vertiefung vor sich erzeugt, wird auch
diesem Falle der auf dem Grundbette des Wehres liegende
s und Sand fortgespült werden.

Zuweilen, wie z. B. auf der Saône zwischen dem Rhein-
ne-Kanal und Lyon bildet die in Rede stehende Vorrichtung
ht das eigentliche Wehr, sondern nur einen Aufsatz desselben,
em der feste Wehrrücken nahe 10 Zoll über dem kleinen
sser liegt. *) Bei dieser Anordnung hören ohne Zweifel die
sandungen ganz auf, wie auf jedem andern Wehrrücken, oder
ersten Falles sind sie doch nur auf unbedeutende Ablagerungen
er Rinne selbst beschränkt. Aber auch das Letzte kann hier
t erfolgen, indem die Laufbrücke aus Blechtafeln zusammen-
tzt ist, die am obern Rahmstücke jedes Bockes befestigt sind,
indem sie mit diesen zugleich niedergelegt werden, eine Decke
en, welche die Rinne mit dem ganzen Apparate ziemlich voll-
dig verschliesst. Die Details dieser Anordnung sind bisher
t bekannt geworden.

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1845. I. Seite 10 ff.

Ein grosser Vorzug dieser Wehre besteht darin, dass man nach Maassgabe der jedesmaligen Zuflüsse durch Ausheben der Nadeln den Wasserstand in beliebiger Höhe halten kann. Es ist aber vortheilhaft, die Durchströmung nicht auf einzelne Stellen zu concentriren, sondern sie möglichst gleichmässig über das ganze Wehr zu vertheilen. Die Wärter erlangen in dieser Beziehung sehr bald ein richtiges Urtheil, so dass sie nicht durch Ausheben und Wiedereinstellen der Nadeln längere Versuche über das jedesmalige Bedürfniss machen dürfen, sondern nach dem Wasserstande sogleich ermessen, wie viel Nadeln zu beseitigen sind.

Bei höherm Unterwasser, und wenn ein starker Wind in der Richtung desselben das Wehr trifft, entsteht die Gefahr, dass die Laufbrücke durch den Wellenschlag abgehoben wird und forttreibt. Diesen Uebelstand beseitigt man leicht, wenn man die Ketten zwischen je zwei Böcken über die Brücke wirft.

Das Aufrichten des Wehres und Einsetzen der Nadeln erfordert gemeinhin keine grosse Eile, da der niedrige Wasserstand in Flüssen und Strömen sich nur allmählig wieder einzustellen pflegt (§. 57). Dagegen treten die Anschwellungen, namentlich in Gebirgsströmen (wo diese Wehre besonders Anwendung gefunden haben), oft sehr plötzlich ein, und alsdann erlaubt die angegebene Einrichtung, wobei die Nadeln einzeln ausgehoben werden müssen, nicht ein so schnelles Manöver, als die Umstände erfordern. Besonders zeigt sich dieses, wenn die Anschwellung während der Nacht eintritt, da die Arbeit in der Dunkelheit viel langsamer von Statten geht. Für Laternen und deren bequeme und sichere Aufstellung muss natürlich gesorgt sein, aber man kann das Ausheben der Nadeln auch umgehn, und die ganze Reihe derselben zwischen zwei Böcken durch den Strom selbst plötzlich niederdrücken lassen, wenn man die eisernen Holme in ähnlicher Weise wie die oben beschriebnen Drehbalken einrichtet. Diese Anordnung ist bei dem Wehre zu St. Martin in der Seine gewählt.*)

Jede einzelne Nadel ist an dem Griffe mit einem festen Ringe versehn. Man knüpft in den Ring der letzten Nadel vor einem

*) Annales des ponts et chaussées. 1843. I. Seite 250 ff.

e eine Leine, zieht diese durch alle Ringe der folgenden
ln bis zum nächsten Bocke, und steckt hier die Leine an ein
es Tau, welches über die ganze Länge des Wehres reicht.
diese Weise bleiben beim Niederschlagen der Rüstung alle
ln bündelweise an dem starken Tau hängen, und da letztres
an einem Ende befestigt ist, so treiben sie an das Ufer,
wo man sie leicht auslösen und in das Magazin bringen kann.

Der Holm muss eine ganz andre Einrichtung, als die vorhin beschriebene, erhalten, wenn er gelöst werden soll, während die Nadeln noch dagegen drücken. Diese Einrichtung ist sehr complicirt, und besonders wird sie dadurch erschwert, dass alle Bewegungen sicher verhindert werden müssen, die zufällig oder aus Muthwille eintreten und das Oeffnen des Wehres zur Folge haben könnten. Ich theile hier nur den wesentlichsten Theil davon mit. Fig. 204 *a, b, c* und *d* auf Taf. XLVIII zeigt sie im Grundrisse, in der Ansicht von vorn und von der Seite. Der Holm besteht jedesmal aus einem Haken von 2 Zoll 3 Linien Breite und 1 Zoll Höhe. An dem einen Ende ist er mit einem Auge versehn, und durch dieses geht ein Bolzen, der über den Bock vortritt. Am andern Ende befindet sich der cylindrisch geformte Haken, welcher den Bolzen am Bocke umfasst. Die vordere Seite des Hakens bildet ohne Unterbrechung eine ebne Fläche, gegen die Nadeln sich lehnen.

Um zu verhindern, dass die Haken nicht sogleich durch den Druck der Nadeln ausgelöst werden, dient eine excentrische Scheibe, deren Axe den bereits oben erwähnten Bügel trägt, woran die Kette zum Heben des Bockes befestigt ist. Die Figuren *a, b* und *c* zeigen diese Scheibe in derjenigen Stellung, worin sie den Haken festhält, in Fig. *d* dagegen ist sie so weit gedreht, dass der Haken nicht mehr eingreift, und der Bock umgeschlagen werden kann. Bevor man der Scheibe diese Stellung giebt, muss durch Auflegen des leichten Hakens (Fig. 199 *a*) der Bock gehalten werden, bis die Brücke abgenommen ist. Die Stellung der excentrischen Scheibe wird endlich durch einen Schlüssel bestimmt, den man jedesmal aufheben muss, wenn er gedreht werden soll. Ist derselbe so gestellt, dass die excentrische Scheibe frei wird, wie

Fig. 204 *d* zeigt, so veranlasst schon ein Schlag gegen die Spitze die Drehung, und der Druck der Nadeln, der sich auf den Haken überträgt, vollendet dieselbe. Der Haken wird aber, bevor man den Bock herabfallen lässt, ganz ausgehoben.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass beim Wehre zu Martin die Pfeiler nicht mit Nischen versehn sind, sondern der letzte Holm, dessen Länge der Höhe des Bockes gleich ist, sich um eine vertikale Axe dreht und durch eine Verstrebung in seiner Stellung gehalten wird. Er legt sich aber flach an die Mauer, wenn man das Wehr niederlegt.



Dreizehnter Abschnitt.

Vertiefung des Fahrwassers.

§. 90.

Baggerung.

urch die Regulirung eines Stromes wird das Fahrwasser nicht vertieft, sondern auch in andrer Beziehung verbessert. Diese besserung ist aber nachhaltig, weil man dabei nicht sowohl Uebelstände selbst, als vielmehr die Ursachen beseitigt, die er zu ihrem Entstehen Veranlassung gaben. Wie sicher dieses fahren auch ist, so kann es dennoch unter Umständen nöthig den, der Wirkung des Stromes durch unmittelbare Vertiefung Fahrwassers zu Hülfe zu kommen, und man hat sogar in nen Fällen versucht, und noch häufiger vorgeschlagen, die omregulirung ganz zu unterlassen, und nur durch Baggerung Untiefen im Fahrwasser zu beseitigen.

Solche Vorschläge finden gemeinhin bei allen Personen Eing, die mit dem Zwecke und der Wirkungsart der Stromregung nicht bekannt sind, auch den Effect einer Baggermaschine t mit der Ausdehnung der Vertiefungsarbeiten näher vergleichen, dern sich nur einem dunklen Gefühle überlassen, wonach die ksamkeit eines Dampfbaggers, der ohne Unterbrechung einen er Sand nach dem andern aus der Tiefe schöpft, so grenzenerscheint, dass sie jede beliebige Vertiefung und Verbreitung Fahrwassers von demselben erwarten.

Eine genauere Prüfung zeigt indessen jedesmal, dass die d- oder Erdmasse, die zur Vertiefung einer längeren Stromcke beseitigt werden muss, so gross ist, dass eine bedeutende ahl kräftiger Maschinen erforderlich wird, wenn man auch nur Zeitraume von mehreren Jahren die beabsichtigte Wirkung eren will. Dazu kommt noch, dass die dargestellte Tiefe sich ht erhält, so lange die Ursache der Verflachung besteht. Versandungen treten besonders zur Zeit eines höheren Wasser-

standes ein, wenn daher keine Stromregulirung vorgenomm und die Fluthen unverändert ihren frühern Lauf behalten, so f sich die einzelnen vertieften Stellen bald mit Sand und Kies und der frühere Zustand des Bettes stellt sich jedesmal w in gleicher Weise her, so dass die Baggerung immer von N vorgenommen werden muss. Die Erfahrungen, welche man in d Beziehung an der Themse gemacht hat, sind bereits oben (§ erwähnt.

Dass die Erfolge der Baggerung zuweilen dauernd bl und zur Ausbildung des Flussbettes an einzelnen Stellen w lich beitragen können, wenn man sie mit der Strom-Corr verbindet, und beide nach einem übereinstimmenden Plane au ist gleichfalls erwähnt (§. 73). Die **Baggerung** wird im S bette sogar **nothwendig**, wenn dasselbe durch fest abgel Bänke von schwerem Kiese oder fettem Thone gesperrt ist. wird man in manchen Fällen, wo die erforderliche Tiefe Stromregulirung nicht erreicht werden kann, zu einer immer w holten Baggerung eine Zuflucht nehmen müssen. Besonde schieht dieses in den Flusshäfen, und zuweilen auch in de verhältnissmässig erweiterten Flussbetten innerhalb grosser S woselbst die Erweiterung dadurch bedingt ist, dass die Flus nicht nur das kleine und Mittelwasser, sondern selbst die h Fluthen abführen müssen, weil die Ufer hier gewöhnlich was erhöht sind.

Die **Vertiefung langer Stromstrecken durch gern** könnte möglicher Weise eine nachhaltige Verbesseru Fahrwassers zur Folge haben, wenn die Rinne gleich so voll dargestellt würde, dass sie den Strom des Hochwassers auf Der Erfolg liesse sich auch noch dadurch sichern, dass di gebaggerte Erde sogleich zur Erhöhung und Regulirung de verwendet würde. Ein Unternehmen dieser Art stellt sich bei näherer Untersuchung so kostbar dar, dass man davor zurückschrecken wird, und dieses um so mehr, als es nu seiner gänzlichen Beendigung gesichert ist, und sonach die führung vor dem Eintritt des Hochwassers vollständig be sein muss. Hierzu kommt noch, dass die neuen Ufer noch besondern Schutzes bedürfen. Ausser den Vertiefungsa werden daher auch andre Anlagen nothwendig, die von den S

rungsbauten nicht wesentlich verschieden, und nicht viel
eiler als diese sind.

Soviel mir bekannt, hat man noch niemals eine grössere
strecke allein oder hauptsächlich durch Baggerung vertieft.
meint zwar zuweilen, dass dieses auf der Clyde unterhalb
gow geschehn sei. Die glänzenden Erfolge, welche man hier
hte, wurden indessen durch die Stromregulirung herbeigeführt,
die Baggerung kam daselbst nur an einzelnen Stellen zur
ndung, wo die Kraft des Stromes nicht ausreichte. Gerade
esen Stellen tritt aber die Ablagerung des Kieses immer von
m wieder ein, und daher sind 5 Dampfbagger fortwährend
hätigkeit, um auch hier die erforderliche Wassertiefe zu er-
n. Eine nähere Mittheilung über den frühern und jetzigen
and der Clyde, so wie über die Anlagen, die daselbst vor-
hlagen und ausgeführt sind, wird nicht nur zur Beurtheilung
Nutzens der Baggerung in ähnlichen Fällen dienen, sondern
als das wichtigste Beispiel einer Stromregulirung in Gross-
nnien an sich von Interesse sein.*)

Smeaton untersuchte im Jahre 1755 die Clyde und schilderte
als einen gänzlich verwilderten Strom. Die Breite desselben
ug an den schmalsten Stellen 440 Englische Fuss, gemeinhin
sie grösser und stellenweise mass sie sogar 1400 Fuss. Der
mlauf war durchaus ungeregelt und häufig scharf gekrümmt.
schweres Geschiebe lagerte im Bette und bildete feste und
Kiesbänke, welche den Strom vielfach spalteten und gegen
Ufer wiesen. Letztere bestanden im Allgemeinen nur aus
tem Material, welches keinen Widerstand leistete. Sie brachen
r immer von Neuem und gaben dadurch zu fortwährenden
änderungen Veranlassung. In den flachsten Stellen von Glas-
abwärts bis Renfrew blieb zur Zeit der gewöhnlichen Ebben
ein Wasserstand von 1 Fuss 6 Zoll, der zur Zeit der Fluthen
auf 3 Fuss 6 Zoll zunahm. In Glasgow war wegen der vielen
dernisse, welche die Fluthwelle antraf, das Steigen der täg-
en Fluth kaum zu bemerken. Unter diesen Umständen ver-
ifelte Smeaton daran, den Strom bis Glasgow aufwärts schiffbar

*) Die folgende historische Darstellung ist aus dem Werke: *Life*
Telford, Seite 492 bis 501 entnommen.

machen zu können und begnügte sich daher den Vorschl
machen, dass bei Marlingford, wo die gewöhnliche Fluth
6 Zoll auflief, und wohin keine Schiffe von etwa 6 Fuss
gang noch gelangen konnten, eine Docke, d. h. ein geschlo
Hafen-Bassin angelegt werde.

J. Golborne, der 1768 zu Rathe gezogen wurde, empf
Einschränkung des Strombettes durch Dämme, die vom U
vortreten sollten, die also nichts Anders als **Buhnen** waren
sollten, wie er sagte, das Wasser zusammenhalten, und d
griff desselben auf das Bette verstärken. 1772 wurde de
Versuch dieser Methode bei Dumburk-Ford gemacht, un
die Einschränkung bis auf 300 Fuss getrieben. Golborn
nur 6 Fuss Fahrtiefe bei kleinem Wasser in Aussicht
die Tiefe war aber im nächsten Jahre schon 7 Fuss u
Jahre später sogar 14 Fuss. Nachdem der günstige Erf
hier herausgestellt hatte, wurde seit dem Jahre 1773 in
Weise auf allen Stellen verfahren, wo es an Tiefe mangel
1799 wies Rennie die grossen Erfolge nach, die man am
Strome bereits erreicht hatte.

1806 wurde Thomas Telford wegen fernerer Verbess
der Clyde befragt. Er sprach sich unbedingt dafür aus, d
die Vertiefung des Bettes durch den Strom selbst veranlass
zwar besonders auf die Strömung der Fluth Rücksicht
müsse, d. h. auf diejenige, welche von der See her aufw
kehrt ist. James Walker hielt dagegen in einem späte
achten (vom Jahre 1835) den Ebbestrom oder den seew
richteten für den wirksamern. Diese Meinungsverschieden
für den Gegenstand, auf welchen es hier allein ankommt,
gleichgültig: in der Hauptsache stimmten beide überein, in
sich für die **Stromregulirung** aussprachen.

1807 untersuchte Rennie zum zweiten Male die Cly
waren damals einhundert und zehn Steinbuhnen ausgeführt,
Wirkungen im Allgemeinen nicht zu verkennen waren, d
dennoch, weil sie zu weit von einander entfernt lagen, nicht
die beabsichtigten Erfolge herbeigeführt, und mitunter wohl
Veranlassung zu Unregelmässigkeiten gegeben hatten. Er
daher vor, die Köpfe derselben durch **Parallel-Dämm**
einander zu verbinden, und so das neue schmale Strombe

ändigen Ufern zu versehn, wodurch die Vertiefung in grösserm se und vollständiger erfolgen würde.

Dieser Vorschlag kam seitdem zur Ausführung, und da die en nicht nahe genug lagen, um sich gegenseitig gehörig zu stützen, so zeigten sich die Paralleldämme als sehr nützlich. erdem gewährten sie noch den Vortheil, dass die Strömung len nunmehr ganz abgeschlossnen Theilen des alten Bettes örte, und die Uferbewohner dadurch veranlasst wurden, dien mit Erde anzufüllen und neue künstliche Wiesen us zu bilden.

Wichtig ist ein Bericht von John Clarke vom November 1824: heisst darin, dass damals Seeschiffe von 11 Fuss Tiefgang der Fluth bis Glasgow heraufgingen.

In dieser Zeit (1824) machte endlich Whidbey darauf aufsam, dass einzelne Kiesbänke, der Einschränkung ohnerachtet, dauernd im Strombette erhalten hätten, und sowohl das Auf grösserer Schiffe hinderten, als den Strom der Fluth schwächten. empfahl, dieselben durch kräftige Baggermaschinen zu itigen. Dieser Vorschlag wurde angenommen, und es zeigte auch in der That, dass dadurch die Verhältnisse noch verert wurden.

Aus dem bereits erwähnten Berichte von James Walcker vom e 1836 ergiebt sich, dass bis Glasgow aufwärts die flachsten len, die zur Zeit des kleinsten Wassers früher nur 1 Fuss Zoll tief gewesen waren, damals bei demselben Wasserstande Tiefe von 7 bis 8 Fuss hatten; dass ferner der tägliche Untered zwischen dem kleinen und hohen Wasser, den man früher Glasgow kaum bemerken konnte, nunmehr zur Zeit der Springen gleichfalls 7 bis 8 Fuss und zur Zeit der todten Fluthen immer noch 4 Fuss betrug, woher nach Maassgabe der Höhe Fluthen Schiffe von 11 bis 15 Fuss Tiefgang nach Glasgow ingen.

Es muss bemerkt werden, dass man ähnliche günstige Erfolge en oberländischen Strömen, von denen hier eigentlich nur die sein sollte, nie erwarten kann. Die überraschende Verserung der Tiefe in der Clyde rührt allein davon her, dass den Fluthstrom verstärkte, wie dieses Telford auch lie Hauptsache bezeichnet hat. Dadurch ist die Wassermenge,

welche den Strom bald in einer, bald in der andern Ri
durchzieht, gewiss um das Vielfache vergrössert und der
Fluss in einen starken Strom verwandelt worden. Dieselben
stigen Erfolge kann man aber unter gleichen Verhältnissen
in andern Fällen und selbst in Deutschland an den untern T
der Ströme erwarten, die sich in die Nordsee ergiessen.
Beispiel der Clyde zeigt, was man erreicht, wenn man da
treten der Fluthwelle erleichtert, die Baggerung war dab
nur ein sehr untergeordnetes Hülfsmittel und hatte keinen
Zweck als die Resultate etwas zu vervollständigen. Sie i
ausserdem auch sehr kostbar geworden, da sie das Uebe
nachhaltig beseitigt, sondern dauernd fortgesetzt werden muss
diesem Grunde werden fünf Dampfbagger, zusammen 82
kräfte stark, fortwährend auf der Clyde im Gange erhalten
entsteht dabei noch die Frage, ob dieses kostbare und
Auskunftsmittel nöthig gewesen wäre, wenn man die Stro
lirung ganz systematisch zur Ausführung gebracht hätte.
behauptet wenigstens in dem Gutachten, welches J. Walke
prüfen sollte, dass die Buhnen sehr unregelmässig ausgefü
und stellenweise den Strom mit Rücksicht auf die verg
Wassermenge zu stark einschränken, woher er den Vo
machte, eine durchgreifende Aenderung des Regulirungs-S
einzuführen.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Clyde eben so weni
irgend ein andrer Strom allein, oder auch nur vorzugsweise
Baggern vertieft worden ist. Die Beschreibung der Baggerma
wird später, und zwar bei Gelegenheit der Hafenbauten mit
werden, indem bei diesen vorzugsweise davon Gebrauch gemac

§. 91.

Auflockern des Grundes.

Bei Gelegenheit der Stromdurchstiche (§. 82) ist sch
wähnt, dass man die Sohle des ausgegrabenen Kanales, de
zum Strombette ausbilden soll, aufzulockern pflegt, um d

---

*) Reisebemerkungen hydrotechnischen Inhalts von H. I
Hamburg 1844. Seite 12.

chst seine Vertiefung und in Folge dieser auch seine Verung zu befördern. Dasselbe Verfahren ist mehrfach zur Verrung bestehender Fahrwasser in Anwendung gebracht worden. Vergleiche mit der Baggerung gewährt es den grossen Vortheil, man das gelöste Material weder heben, noch bei Seite schaffen , da es durch den Strom selbst fortgespült wird. Die Anung lässt sich aber auch in der Art treffen, dass der Strom r den ganzen Apparat in Betrieb setzt, der die Auflockerung rkt, und sonach keine fremde Kraft zur Bewegung der Mase erforderlich ist.

Die Resultate dieser Versuche sind nach den darüber best gewordenen Nachrichten sehr verschieden ausgefallen: manchen Fällen waren sie überraschend gross, in andern gar t bemerkbar. Jedenfalls erfordert die Operation sorgfältige rlegung und ununterbrochene Aufmerksamkeit, wenn sie gen soll, und bei schwacher Strömung lässt sie gewiss keinen lg erwarten. Man darf sich hiernach nicht wundern, wenn sich zuweilen, vielleicht sogar in den meisten Fällen, erfolglos igt hat; hierdurch ist ihre gänzliche Unbrauchbarkeit aber swegs erwiesen, da andre Erfahrungen für ihren grossen en, wenn auch nur unter gewissen günstigen Umständen, sehr lich sprechen. Es scheint sogar, dass gerade dieses Aufern des Grundes ein höchst wirksames Mittel bietet, um eine untiefe Stellen eines Fahrwassers zu verbessern, und zwar dieser Vortheil um so grösser, als er sehr schnell eintritt und h sehr mässige Kosten zu erreichen ist.

Das ganze Verfahren ist indessen bisher bei uns wenig bent worden und ziemlich unbekannt geblieben. Die Nachrichten, darüber in den am meisten verbreiteten Schriften enthalten , stellen die Resultate als sehr geringfügig dar, woher man bisher zur Wiederholung der Versuche wenig veranlasst fühlte, wohl den ganzen Vorschlag für durchaus unpraktisch hielt. so nothwendiger erscheint eine ausführliche Untersuchung des enstandes und eine Zusammenstellung der wichtigsten Erfahren, die bereits darüber geworden sind.*)

*) Am ausführlichsten findet man den Gegenstand behandelt in Reisebemerkungen hydrotechnischen Inhalts vom Wasserbauctor Hübbe. Hamburg 1844.

Wenn eine Bank im Flussbette durch den Strom alle
angegriffen wird, sich aber verliert, sobald man ihre Ol
auflockert, ohne dass eine sonstige Veränderung des Be
der Strömung veranlasst wird: so muss man annehmen, d
Forttreiben des bereits gelösten Materials eine geringe
erforderlich ist, als zum Lösen desselben. Beim Thon
einzelne Körnchen im Wasser schweben, und sonach der g
Bewegung desselben folgen, findet dieses ohne Zweifel st
namentlich dürfte der Unterschied der Kräfte, die zu bei
kungen erforderlich sind, bei recht festem Thonboden se
sein, da ein solcher selbst von einer starken Strömun
angegriffen wird. Gerade bei diesem Boden findet aber
Auflockerung ganz besondre Schwierigkeiten und ist w
niemals mit Erfolg versucht worden. Mehrfach hat man
einen weichen Schlamm in dieser Weise beseitigt, und es
dass hierbei gerade die günstigsten Resultate erreicht sin

Der Sand bewegt sich auf zwei verschiedne Arten
Flussbette (§. 56). Ist die Strömung so schwach, dass
lösten Körnchen nur auf dem Boden fortrollen, so sol
meinen, dass sie bei der geringen Bewegung durch de
Apparat auch nicht weit versetzt werden können. Wenn
löste Sand aber andrerseits durch die starke Bewegung des
aufgehoben und schwebend fortgeführt wird, so wird die S
wohl jederzeit schon durch den Strom in Angriff verset
Erfolg der Auflockerung würde also in diesem Falle d
stehn, dass eine Wirkung, die schon von selbst eingetr
in viel grösserm Maasse hervorgerufen wird. Dem Kiese
der immer nur längs der Sohle des Bettes fortrollt, kann
falls der geringe Stoss der Kratze keinen so heftigen
ertheilen, dass eine weite Fortsetzung seiner Bewegung
herbeigeführt werden sollte. Häufig sind aber die Kiesb
Sand und selbst mit Thontheilchen so durchzogen, dass
zelnen Steine und namentlich die der Oberfläche darin
gebettet sind, und eine bedeutende Kraft erforderlich ist
herauszureissen. In diesem Falle kann die Auflocker
grosser Wirksamkeit sein, doch muss dieselbe schon vorg
werden, während die Strömung noch recht kräftig ist, wo
der Eintritt des niedrigsten Wassers abgewartet werden

Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass eine schwache -mung, die an sich den Grund nicht angreift, auch das gelöste -erial gar nicht, oder wenigstens nicht weit forttreiben wird. Verhältnisse gestalten sich aber augenscheinlich viel günstiger, -n man eine stärkere Strömung berücksichtigt, die schon Sand und Kies in Bewegung setzt, und in Bewegung erhält, aber das Bette nur wenig angreift, weil ihre Wirkung sich -in auf diejenigen Körner und Steinchen erstreckt, die vor der -emeinen Oberfläche etwas vorragen, und dem Wasser eine -ssere Angriffsfläche, als alle übrigen darbieten. Wenn in diesem -le die Auflockerung des Grundes stattfindet, so wird gleich- -ig eine grosse Masse des Materials dem Angriffe des Wassers -gesetzt, und ebenso, wie früher, die einzelnen Körnchen fort- -rieben. Hierdurch erklärt es sich, dass nur diejenigen Ver- -he zur Beseitigung von Kies- und Sandbänken durch Auf- -kern der Oberfläche von Erfolg waren, die von einer kräftigen -ömung unterstützt wurden.

Nach Dubuat's Ansicht tritt freilich in jedem sich selbst -lassenen Flussbette ein gewisser Beharrungszustand ein, wobei -bestehenden Sandbänke sich weder weiter ausdehnen, noch auch -ch den Strom angegriffen werden. Dubuat setzt nämlich vor- -, dass die Beschränkung des Profils durch Niederschläge sich -Laufe der Zeit immer weiter ausdehnt, bis endlich in Folge -er Beschränkung die mittlere Geschwindigkeit des Wassers so -ss wird, dass eine fernere Ablagerung von Sand und Kies -t mehr erfolgen kann. Hiernach müsste es auffallend erschei- -, dass jetzt noch untiefe Stellen in einem Strome vorhanden -, welche durch die Strömung selbst angegriffen werden. Ein -her Beharrungszustand des Bettes ist indessen nur denkbar, -n alle übrigen Umstände, und namentlich der Wasserstand, -er unverändert dieselben bleiben. Dieses ist bekanntlich nicht -Fall, und sonach ist das Strombette, wenn es auch durch -e Ufer eingeschlossen wird, fortwährenden Veränderungen unter- -fen. Bei höherm Wasser pflegen sich die Sand- und Kies- -ke auszudehnen und an Höhe zuzunehmen, während sie beim -len des Wassers wieder ablaufen. Besonders geschieht dieses, -n die Hauptströmung des Hochwassers das Flussbette oder -igstens das Fahrwasser ganz verlässt, und gerade die Bänke,

die sich bei dieser Gelegenheit bilden, sind nach allen Erfahrungen der Schiffahrt am meisten hinderlich. Man kann sie aber durch Auflockern der Oberfläche forttreiben, wenn man den starken Strom des Mittel-Wassers benutzt, und die Operation sogleich vornimmt, wenn jene Seitenströmung des Hochwassers sich schwächt oder so eben aufgehört hat. Gemeinhin geschieht dieses, sobald der Strom in sein Bette zurücktritt und bordvoll dasselbe durchfliesst. Die Methode, die man wählt, muss daher schon bei höherm Wasserstande ausführbar sein. In solcher Zeit wird die Arbeit auch noch dadurch erleichtert, dass die Schiffe ohne Nachtheil das eigentliche Fahrwasser verlassen können, und sonach die Vertiefungs-Arbeiten weniger unterbrochen werden dürfen.

Die Versuche zur Auflockerung des Grundes sind mehrfach mit Apparaten angestellt, die zugleich eine Verstärkung des Stromes an der anzugreifenden Stelle veranlassen. Man hat zuweilen förmliche Stauanlagen gebildet, wodurch das Wasser angespannt, und eine kräftige Strömung erzeugt wird, welche das gelöste Material forttreibt. In vielen Fällen bewirkt ein solcher Strom sogar allein den Angriff der Sand- und Kiesbänke, und die mechanische Auflockerung derselben unterbleibt ganz, oder wird wenigstens nicht durch Kratzen mit festen Körpern hervorgebracht. Anordnungen der letzten Art gehören vielleicht nicht mit vollem Rechte hierher, da sie aber mit der in Rede stehenden Operation viele Aehnlichkeit haben, so will ich sie gleichfalls hier beschreiben.

Endlich muss ich noch darauf aufmerksam machen, dass wenn auch keine besondern Vorkehrungen zur Verstärkung des Stromes getroffen werden, eine solche dennoch in vielen Fällen bei der zunehmenden Vertiefung der Rinne von selbst eintritt. Häufig wiederholt sich nämlich der Fall, dass die Bank, die man beseitigen will, das ganze Flussbette durchsetzt, und das Wasser sie entweder ziemlich gleichmässig überströmt, oder sich nur in einer engen und gekrümmten Rinne hindurchzieht. Dieser Fall ist insofern als der gewöhnliche anzusehn, da die Verbesserung des Fahrwassers überflüssig wäre, wenn dasselbe in gehörigen Dimensionen und angemessner Richtung bereits bestände. Sobald man also zur Vertiefung durch Auflockern des Grundes schreitet, hat der Strom sich gewöhnlich noch nicht in einem gehörigen Schlauche

melt, und häufig existirt in Folge des Staues, den die Bank gt, ein merkliches Gefälle an solcher Stelle. Wenn die Richder Rinne angemessen gewählt ist, und man zunächst die ten Stellen in derselben angreift, so wird dadurch schon ich der Strom hineingewiesen, und er gewinnt an Kraft, iner sich hier concentrirt. Das Wasser, welches sich früher die ganze Breite des Flussbettes vertheilte, sammelt sich o mehr in der Rinne, je vollständiger sie sich ausbildet, rch wieder der Erfolg des Auflockerns befördert wird. Sotritt in diesem Falle, als mittelbare Wirkung der Operation Verstärkung des Stromes ein.

Wenn die Richtung der Rinne dem Strome entspricht, rd man auch hoffen können, dass letztrer wenigstens während auer des kleinen Wassers darin bleiben und die Rinne soihre Tiefe nicht sogleich verlieren wird. Beim Hochwasser freilich häufig andre Verhältnisse ein, und wenn dieses ganz andern Weg nimmt, so kann es leicht geschehn, dass seinem Abgange keine Spur der frühern Vertiefung zu ben ist. Um dauernd einen sichern Erfolg herbeizuführen, man den Strom des Hochwassers in das Flussbette und zwar s Fahrwasser leiten, also den Strom reguliren. Wenn dieses möglich ist, und nach jeder Fluth an einzelnen Stellen die - und Sandbänke immer von Neuem sich zeigen, so muss sie auch jedes Mal beseitigen, und hierzu dürfte in vielen n die Auflockerung des Grundes das bequemste Mittel sein, das Fahrwasser dadurch schneller und wohlfeiler, als durch ern aufgeräumt werden kann.

Ich muss noch eines Bedenkens erwähnen, das man zun gegen die Auflockerung des Grundes erhebt. Man besorgt ich, dass das gelöste Material sich an andern Stellen gern und daselbst neue Untiefen bilden möchte. Eine solche rgniss ist indessen wohl nicht gegründet, da die Masse Ma-, welche der Strom zur Zeit des Hochwassers mit sich führt, ergleich zu der kleinen Quantität, die aus einer Stelle des wassers herausgetrieben wird, so gross ist, dass man letztere unbedenklich zu jener hinzufügen kann, ohne befürchten zu n, dass dadurch neue Versandungen entstehen werden. Es reilich bei Stromregulirungen eine gewöhnliche Erscheinung,

dass die untiefe Stelle, durch welche man ein Fahrwasser bildet, auf der stromabwärts gekehrten Seite an Ausdehnung zunimmt. Diese Verlängerung ist indessen gemeinhin nur sehr geringe, und man beseitigt den Uebelstand leicht durch weitere Fortsetzung des Buhnensystems. Ebenso müsste man, falls das gelöste Material sich weiter stromabwärts zum Nachtheil der Schiffahrt ablagern sollte, durch neue Auflockerung es wieder weiter zu treiben suchen, bis es in grössrer Tiefe versinkt. Dieses dürfte indessen nicht oft nöthig werden, und eine mehrfache Wiederholung ist kaum denkbar, da in den Flussbetten die tiefen Stellen, die vom Hochwasser immer rein ausgewaschen werden, sehr nahe neben einander zu liegen pflegen, und eine viel grössere Ausdehnung haben, als dass sie durch solche kleine Quantitäten gefüllt werden können.

In der Beschreibung der verschiednen Operationen zum Auflockern des Grundes, mache ich mit denjenigen den Anfang, welche nur den Strom an einzelnen Stellen verstärken, und die durch die beabsichtigte Vertiefung veranlassen. Ein Aufkratzen der Oberfläche, durch gewisse mechanische Vorrichtungen findet hierbei nicht statt. Man engt vielmehr nur in ähnlicher Weise, wie bei der Regulirung, den Strom ein, jedoch gemeinhin nicht in seiner ganzen Breite, auch nicht durch feste Werke, häufig pflegt man dabei selbst die Darstellung eines regelmässigen Stromlaufes gar nicht zu berücksichtigen, indem man sich nur die Aufgabe stellt, ein augenblickliches Schiffahrts-Hinderniss zu beseitigen, und diesen Zweck in derjenigen Weise verfolgt, die ihm am besten zu entsprechen scheint, die aber sehr häufig das Fahrwasser nicht verbessert, sondern es noch unregelmässiger gestaltet, als es bisher war.

Häufig versuchen die Schiffer selbst sich auf diese Art Hülfe zu schaffen, sobald sie fortgefahren sind. Auf der Saar führte man in früherer Zeit zu diesem Zwecke zwei breite Bohlen von der Länge des Schiffes mit sich. Sie waren vorn und hinten an jeder Seite des Schiffes befestigt, und zwar so, dass sie hochkantig im Wasser schwammen. Sobald das beladne Schiff, das hier immer stromab geht, auf eine Kiesbank gelaufen war, wurden sogleich die Bohlen am hintern Ende gelöst: sie breiteten sich als Flügel zu beiden Seiten aus und bildeten im Fahrwasser eine schwimmende Rinne, die stromaufwärts weit geöffnet war, strom-

rts dagegen nur die Breite des Schiffes hatte. Hierdurch nd sehr schnell an dem untern Ende dieser Rinne ein hef- Strom, der die Kiesbank an der Stelle angriff, wo das Schiff ss, und gemeinhin vergrösserte sich in kurzer Zeit die Tiefe so bedeutend, dass das Schiff darüber fortschwimmen und die fortsetzen konnte. Das folgende Schiff musste alsdann, es eben so tief ging, genau dieselbe Stelle passiren, denn sgetriebne Kies war an beiden Seiten liegen geblieben, und häufig ein gutes Fahrwasser verdorben, welches der erste r nur aus Unachtsamkeit verfehlt hatte.

Venn mehrere Schiffe zusammenfahren, und eines auf den gerathen ist, oder die Sandbank für den Tiefgang der e zu hoch liegt, so pflegt man zuweilen ein kleineres Fahrzeug e flache Stelle zu bringen, und es daselbst in schräger Richtung legen, indem man es voll Wasser laufen lässt, oder es auf Weise so belastet, dass es auf dem Grunde auftsteht. Es alsdann den Strom auf, und indem es einer declinanten ähnlich wirkt, so greift der Strom zuweilen die Sandbank ner Stelle so stark an, dass die Schiffe, ohne lichten zu , darüber fahren können.

n ähnlicher Weise benutzt man in den Französischen Häfen Atlantischen Ocean besondere Vorrichtungen, die eigentlich Anders, als bewegliche Buhnen sind und deren Zweck besteht, den Strom der Spülschleussen an solchen Stellen ncentriren, wo man die Kiesbänke vorzugsweise angreifen Belidor*) beschreibt zwei verschiedne Vorrichtungen dieser nd rühmt deren günstige Erfolge. Die erste vom Ingenieur n in Havre de Grace versucht, besteht aus einem Floss 2 Fuss Länge und 12 Fuss Breite. Dasselbe ist aus vier n Balken zusammengesetzt, die durch Zangen unter sich nden und mit einem Bohlenbelage versehn sind. An der langen Seite befinden sich in Abständen von 8 Fuss von ler starke Stiele, die etwa 15 Fuss tief unter das Floss reichen, und beliebig gehoben, auch nach gemachtem Ge- he ganz herausgezogen werden können. Zur Zeit des Hoch- rs berühren diese Stiele nicht den Grund, woher das Floss

*) *Architecture hydraulique. Vol. IV. p.* 133.

verfahren und an diejenige Stelle gebracht werden kann, w während der Spülung des Hafens wirken soll. Sobald das W bei eintretender Ebbe fällt, senkt sich das Floss und die S stehn auf dem Grunde auf. Das Floss nimmt alsdann eine neigte Lage an und legt sich zur Zeit des kleinsten Wassers sch nieder, indem es eine Neigung von etwa 45 Graden gegen Horizont erhält, und sich gegen die Stiele lehnt, die nun als Stützen oder Streben wirken. Wenn in dieser Zeit die S schleusse geöffnet wird, so trifft der Strom derselben die O fläche des Flosses, und wird von dieser wie von einer B aufgefangen. In Dieppe stellt man mehrere Flösse dieser hintereinander auf, die also ein ganzes Buhnensystem bilden, treibt dadurch nicht nur Schlamm und Sand, sondern selbst gr Kiesmassen fort.*) Bei der übermässigen Stärke des Spülstro sind die günstigen Erfolge dieses Mittels wohl erklärlich, Zweifel würden sie aber noch grösser sein, wenn man feste W erbaute, die mit dem Ufer gehörig verbunden wären, oder w man den Vorhafen und die Hafenmündung mit regelmässigen U einfasste, welche selbst den Spülstrom gehörig leiteten.

Die andre Vorrichtung, die Belidor beschreibt, wurde Hafen von Dünkirchen benutzt, sie ist aber gegenwärtig nicht mehr im Gebrauche. Sie bestand in grossen Kasten, im Boden die Form eines Rhombus hatten. Ihre Länge (zwisc den beiden äussersten Ecken gemessen) war 36 Fuss, ihre Br 18 Fuss und die Seitenwände waren etwa 13 Fuss hoch. Kasten waren wasserdicht und sehr stark, wie Schiffe gebaut ausserdem durch Ballast so tief eingesenkt, dass sie nur schwimmen konnten. Man brachte sie zur Zeit des höch Wasserstandes an die Stellen, wo sie wirken sollten, befest sie gegen das Ufer oder legte sie vor Anker: wenn das Wa fiel, berührten sie bald den Grund und bei der schweren Belast standen sie zur Zeit des niedrigsten Wassers so fest, dass den Spülstrom sicher auffangen und abweisen konnten.

Ferner mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass Fischer im mittlern Italien, zur Zeit des kleinen Wassers, di

---

*) *Minard*, *Cours de construction des ouvrages hydrauli des ports de mer.* Paris 1846. Seite 178.

ine eigenthümliche Art zu sammeln und so zu leiten pflegen, s ihnen zur Ausübung ihres Gewerbes am vortheilhaftesten eint. Sie benutzen dazu ein Instrument, Raschio (Kratze) nt, welches Fig. 205 auf Taf. XLIX dargestellt ist. Das- besteht in einem Brette von etwa 5 Fuss Länge, welches einen in der Mitte befestigten Stiel so gehalten wird, dass chkantig auf dem Flussbette aufliegt. Ausserdem ist ein er Stiel gleichfalls in der Mitte des Brettes normal gegen die fläche desselben, also rechtwinklig gegen den ersten Stiel, racht. Der letzte Stiel liegt flach auf dem Boden und zwar aufwärts gekehrt. Indem der Fischer auf diesen tritt, so ndert er das Drehen des Apparates, während der erste Stiel, it den Händen gehalten wird, die aufrechte Stellung des s sichert. Dieses Bett fängt das Wasser auf und verur- vor seinem abwärts gekehrten Ende einen starken Strom, nach die Vertiefung des Grundes. Der Apparat bleibt aber lange an seiner Stelle, denn das Wasser, welches davor willt, drückt ihn stromabwärts. Man lässt ihn langsam her- en, indem man nur dafür sorgt, dass das Brett die pas- Richtung gegen den Strom behält, und sich zugleich dahin t, wo die Vertiefung bewirkt werden soll. Es ist also gleich- ine bewegliche Buhne, die stromabwärts geführt wird, und nicht einen isolirten Kolk, sondern eine zusammenhängende Rinne vor ihrem Kopfe bildet.

Mit diesem zuletzt beschriebnen Verfahren stimmt ziemlich dasjenige überein, welches von den Französischen Ingenieuren Vertiefung der Durchstiche am Ober-Rhein in Anwendung cht ist.*) Zwei Fahrzeuge wurden nämlich durch überge- Balken so an einander befestigt, dass zwischen beiden ein Raum oder eine Rinne von 2 Meter (6 Fuss 4 Zoll) Breite blieb. In diese konnte ein Schütz von 6 Decimeter (23 Zoll) herabgelassen werden, zu welchem Zweck zwei Griessäulen eite der Fahrzeuge angebracht waren. Das Schütz wurde bis zum Grunde herabgelassen, sondern nur so tief, dass nz eintauchte und das Wasser etwas herüberströmte, alsdann kte theils der verstärkte Strom unter demselben, theils der

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1833. II. Seite 123.

Stoss des überstürzenden Wassers die Vertiefung. Die be[...] Fahrzeuge aber wurden vom Ufer aus an Tauen gehalten, indem man diese nach und nach auslaufen liess, so trat die absichtigte Vertiefung in der ganzen Länge des Durchstiches Der Erfolg soll nach der Mittheilung des Ingenieur Defon[...] wunderbar gross gewesen sein, indem die Tiefe sichtlich [...] nahm, und in wenig Tagen die Durchstiche doppelt so breit um 1 Meter tiefer wurden, als sie ausgegraben waren. [...] darf wohl annehmen, dass der Strom an sich sehr stark [...] und daher auch ohne Anwendung dieses Verfahrens die Du[...] stiche mit der Zeit ausgebildet haben würde: nichts de[...] weniger sind die angegebnen Erfolge doch so auffallend, [...] sie auf eine kräftige Wirksamkeit des beschriebenen Appa[...] schliessen lassen.

Auf der Garonne hat man ungefähr gleichzeitig dasselbe V[...] in Anwendung gebracht, um das Fahrwasser in den Furthen [...] Stromschnellen zu vertiefen. Die Erfolge zeigten sich nach Mittheilung des Ingenieur Borrel auch hier höchst befriedigen[...] Die Vorrichtung zur Anspannung des Wassers und zur E[...] gung des starken Stromes war aber wesentlich verschieden der am Rhein benutzten, und ohne Zweifel viel zweckmäs[...] angeordnet. Sie ist in Fig. 206 *a, b* und *c* in der Ansicht der Seite und von hinten, so wie im Grundrisse dargestellt. [...] Stauwand, mit zwei Flügeln versehn, die gleichsam die S[...] wände der schwimmenden Rinne bildeten, war am vo[...] Ende eines Schiffes befestigt. Das Schiff ging indessen [...] wärts herab, woher die Stau-Vorrichtung demselben folgte. [...] Flügel, die sich wie Thüren um vertikale Axen drehten, ko[...] nach Belieben mehr oder weniger zurückgeschlagen werden [...] wurden in ihrer Stellung theils durch Taue, und theils [...] Schienen gehalten, die gegen vorstehende Bolzen in dem obern [...] ken der Stauwand befestigt wurden. Der mittlere Theil der [...] wand war 5 Meter (nahe 16 Fuss) lang und 1 Meter (3 Fuss 2[...] hoch. Es befanden sich darin zwei kleine Schütze, die in [...] 206 *b* sichtbar sind. Diese Wand ruht auf zwei mit ei[...] Schuhen versehnen Stielen. Die Flügel sind 1 Meter lan[...]

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1836. I. Seite 73.

h. Die ganze Wand ist an einem Rahmen befestigt, welcher grössern Deutlichkeit wegen in Fig. 206 *a* und *c* schraffirt Dieser Rahmen kann mittelst einer Winde und eines Bockes, im Schiffe aufgestellt ist, gehoben werden, wodurch die Wand leich mit ihren Flügeln aus dem Wasser gehoben wird, was der Zurückführung des Schiffes nothwendig ist.

Will man die Operation beginnen, so stellt man oberhalb der vertiefenden Rinne und zwar in der Verlängerung der beiden enwände derselben zwei Pfähle auf und treibt sie fest in den nd ein, woran die beiden Leit-Taue gebunden werden. Letztre en dazu, das Schiff mit der Stau-Vorrichtung zu halten, und ngsam durch die Rinne treiben zu lassen. Jedes dieser Taue um den abgerundeten obern Kopf eines der beiden bereits hnten Stiele geschlungen, und die Enden werden von zwei tern gehalten und langsam nachgelassen, wodurch nicht nur Geschwindigkeit des Schiffes regulirt, sondern auch seine ang in der Rinne bedingt wird, so dass es beliebig dem oder dem andern Ufer genähert werden kann. Der unter Stauwand hindurch tretende Strom erzeugt sehr schnell eine e Vertiefung, und der gelöste Kies wird zum Theil zur geworfen, zum Theil bleibt er aber auch weiter abwärts in Rinne liegen, und muss, wenn das Schiff weiter rückt, aufs fortgetrieben werden. Hält man das Schiff zu lange an Stelle, so lagert sich der Kies in so grosser Menge unter Schiffe, dass man ihn nicht leicht wieder in Bewegung setzen , und wenigstens der regelmässige Fortgang der Arbeit ge- wird. In diesem Falle, den man jedoch immer möglichst eiden muss, werden die Schütze geöffnet, um eine noch ere Strömung zu erzeugen, wodurch die einzelnen hohen An- ungen des Kieses angegriffen und wenigstens verbreitet wer- Die Erfahrung ergab, dass die Operation am schnellsten regelmässigsten von Statten ging, wenn das Schiff in zwei uten ein Meter zurücklegte, oder mit der Geschwindigkeit von 4 Linien in der Sekunde sich bewegte. Der Strom unter Stauwand war am wirksamsten, wenn dieselbe im Abstande 15 bis 18 Centimeter (etwa 6 bis 7 Zoll) über dem Grunde lten wurde: hiernach bestimmt sich die Länge der beiden retenden mit Eisen beschlagenen Pfahlköpfe.

Wenn der natürliche Strom die Geschwindigkeit von 1 Meter in der Sekunde hatte, so war der Erfolg der Operation schon zu bemerken, blieb jedoch noch ziemlich unbedeutend. Bei der Geschwindigkeit von 1,5 Meter (nahe 5 Fuss) war er aber überraschend gross, so dass man die Rinne nur einigemal durchfahren durfte, um sie vollständig aufzuräumen. Die Vertiefung der einzelnen Furthen kostete, wenn sie heftig durchströmt wurden, durchschnittlich nicht mehr als 15¼ Frank oder 4 Thlr. 2 Sgr., wobei die Tiefe nahe um 1 Fuss vergrössert wurde. Die Breite des Schiffsweges war zu 10 Meter (32 Fuss) angenommen. Die durchschnittliche Länge der einzelnen Furthen wird nicht angegeben.

Ich gehe nunmehr zur Beschreibung der Versuche über, die sich auf das eigentliche Auflockern oder Kratzen des Grundes beziehn. Am einfachsten werden sie in der Art angestellt, wenn man zur Zeit einer starken Strömung leichte Anker mit mehreren Armen, oder sogenannte Dragger an Fahrzeuge hängt, und letztere vor dem Strome treiben lässt. Statt der Dragger nimmt man auch zuweilen andre mit vorstehenden Zähnen versehne Apparate, die einem Rechen oder einer Egge nicht unähnlich sehn, oder auch wohl Ketten, die mit Haken und gezahnten Scheiben versehn sind u. dergl. Andrerseits kann der Stoss des strömenden Wassers gegen die Fahrzeuge auch auf verschiedene Art verstärkt werden. Man lässt zu diesem Zwecke die Fahrzeuge zuweilen in der Quere treiben, oder man befestigt daran Tafeln von Holz, die möglichst tief in das Wasser eingreifen, oder spannt auch vollständige Segel unter Wasser aus, die durch angehängte Gewichte oder Stangen ausgebreitet erhalten werden. Man erreicht dadurch den Vortheil, dass man schon durch kleinere Fahrzeuge die Kratz-Apparate fortziehn kann, und wenn man zwei in gleicher Weise ausgerüstete Fahrzeuge mit einander verbindet, so erhält das herabtreibende dadurch ein solches Uebergewicht über das andre, dass es dieses sogar gegen den Strom heraufzieht.

Schon Belidor *) erwähnt eines Versuches (vielleicht auch nur eines Vorschlages), wonach eine hölzerne **Trommel** von 5 bis 6 Fuss Durchmesser, deren cylindrische Fläche mit vorste

*) *Architecture hydraulique.* Vol. IV. Seite 336.

ten Zinken von Eisen versehn ist, durch einen davor ge-
nten Nachen über die zu vertiefende Stelle gerollt wird.
Woltman *) versuchte im Jahre 1823 einige Untiefen in der
ohnfern Hamburg durch Auflockern des Grundes zu beseitigen,
zwar traf er dabei die Anordnung, dass der Strom selbst
Fahrzeuge hin- und herbewegte. Oberhalb der zu ver-
nden Stelle wurde zuerst, wie Fig. 207 zeigt, ein Anker aus-
acht, an dessen Buoye ein Block angesteckt war, in welches
starkes Tau von 60 Faden Länge eingezogen wurde. An
n Ende dieses Taues war ein Lichter-Fahrzeug (Ever) von
Fuss Länge und 12 Fuss Breite befestigt. Derjenige Ever,
stromab trieb, schleppte den Kratz-Apparat hinter sich und
le quer gegen den Strom gehalten, während er zur Verstärkung
Wasserdrucks noch mit ausgesetzten Brettern versehn war.
zweite Ever dagegen, der heraufgezogen werden sollte, war
naufwärts gerichtet, und der Kratz-Apparat, wie auch die
er, waren eingezogen. Dadurch erhielt der erste hinreichendes
rgewicht, um den zweiten heraufzuziehn. Indem die beiden
abwechselnd dem verstärkten Stosse ausgesetzt wurden, so
n sie sich gegenseitig von selbst hin und her. Zum Auf-
rn des Grundes dienten sogenannte Such-Dragger, wie
e zum Herausbringen versunkner Gegenstände benutzt werden:
estehn aus eisernen Axen, die mit einer grossen Anzahl starker
n besetzt ist. Sie hatten die Länge von 5 Fuss, und an
Seite jedes der beiden Fahrzeuge war ein solcher befestigt.
Eine zweite Methode, die Woltman in derselben Zeit versuchte,
nd darin, dass nach Fig. 208 ein etwas grösseres Fahrzeug
Schute) von 60 Fuss Länge und 14 Fuss 6 Zoll Breite,
eine fliegende Brücke oder Gier-Ponte an einem langen Tau,
man bis 100 Faden auslaufen liess, vor Anker lag. An dieses
war ein zweites angesteckt, dessen beide Enden am Schiffe
und hinten befestigt waren; je nachdem man eins derselben
g und das andre nachliess, konnte man der Schute eine be-
te Richtung gegen den Strom geben, und dadurch ihre Be-
ng reguliren. War das Vordertheil stromaufwärts gegen das
e Ufer gerichtet, so stiess das Wasser sie gleichfalls nach

*) Beiträge zur Schiffbarmachung der Flüsse. Seite 129 ff.

der rechten Seite, und bei entgegengesetzter Richtung gegen linke. An jeder Seite des Fahrzeuges hing wieder ein S Dragger, und beide wurden ohne Unterbrechung über die zu tiefende Stelle hin- und hergezogen. Man konnte in diesem F recht schwere und sonach besonders wirksame Dragger an den, wenn man das Fahrzeug stark belastete, und es überdies grossen Schwerdtern versah, d. h. mit hölzernen Tafeln, die an Seite, wo der Stoss des Wassers erfolgte, herabgelassen wu

Dieses einzelne Fahrzeug, welches quer durch den S hin und her fuhr, oder vor dem Ankertau gierte, zeigte etwas wirksamer, als die erste Anordnung. Dagegen hatte bei Benutzung der zwei Fahrzeuge den Vortheil, dass die tiefte Rinne sich gleich durch die ganze Länge der Untiefe streckte, und daher früher benutzt werden konnte.

Das Material, welches gelöst wurde, bestand aus re Sande, und derselbe wurde bei Anwendung beider Methoden an scheinlich fortgetrieben, sobald die Geschwindigkeit des Str 2 Fuss oder wenigstens 1 Fuss 6 Zoll betrug. Die Geschwin keit der untern Elbe ist aber wegen der Fluth sehr verschie der Fluthstrom ist hier im Allgemeinen zu schwach, als das zu diesem Zweck benutzt werden könnte, und selbst der E Strom hat nur zur Zeit eines reichen Wasserabflusses von her die erforderliche Stärke. Dieser Umstand war wohl nächste Veranlassung, dass man gleich nach den ersten suchen von diesem Verfahren keinen weitern Gebrauch m und zum Baggern überging. Zehn Jahre später wurde, wie H erwähnt, in Cuxhafen ein neuer Versuch durch Woltman ve lasst. Diesesmal benutzte man theils Eggen mit eisernen ken, theils lange Besen; der Erfolg zeigte sich aber wied ungenügend, dass man bald davon abstand.

Aehnliche Versuche sind verschiedentlich in der Nähe Pillau angestellt worden. Da ich diese zum Theil selbst a führt habe, so will ich sie speciell beschreiben, ich muss zuvor zu ihrem Verständnisse die dortigen Lokalverhältniss Allgemeinen angeben.

Der Hafen von Pillau liegt nicht unmittelbar an der see, sondern an dem Frischen Haff, und zwar neben der Mün desselben in die See. Der Strom, welcher diese Mündung b

Tief genannt, hat eine genügende und sogar überflüssige Tiefe, r diese setzt sich nicht bis zur offnen See fort, sondern ist von elben durch eine Sandbank getrennt. Letztre pflegt sich bei lichen Stürmen zu erhöhn, wenn beim Anschwellen der See Ausströmung aus dem Haff aufhört; sobald aber der ausende Strom wieder eintritt, greift er die Bank von Neuem an, vertieft die Rinne in derselben, welche das Gatt genannt wird. es Gatt muss von allen aus- und eingehenden Schiffen passirt len, und von der Tiefe desselben hängt allein die Belastung Schiffe beim Einsegeln in den Hafen ab. Im Allgemeinen ist Gatt gleich nach Abgang des Winters, also gerade in der Zeit, n die meisten Schiffe ausgehn wollen, am flachsten, es vertieft aber im Laufe des Frühjahrs und Sommers immer mehr, bis Herbststürme es wieder verschlechtern. Dabei traten sonst, der ausgehende Strom noch nicht durch lange Seedämme ge- wurde, noch andre Veränderungen ein. Das Gatt behielt ich nicht immer seine Stelle, sondern pflegte langsam von en nach Süden, d. h. dem gewöhnlichen Küstenstrome entgegen ücken (in gleicher Weise, wie dieses in den Mündungen der nflüsse geschieht), bis es zuletzt eine so ungünstige Lage hatte, der Strom sich eine neue nördliche Mündung eröffnete, worauf lte Gatt in kurzer Zeit versandete und ganz verschwand.

Im Frühjahr 1828 war das Gatt so flach, dass man an dessen efung ernstlich dachte: die Tiefe betrug im Monat März auf mittleren Wasserstand reducirt nur 10 Fuss, während für den gen Schiffahrtsbetrieb mindestens 12 Fuss erforderlich sind. möglichst schnell Hülfe zu schaffen, wurde das Aufkratzen Grundes in Vorschlag gebracht, das bei dem starken ausnden Strome zur Zeit der Anschwellung der in das Haff münen Ströme und Flüsse einen günstigen Erfolg versprach.

Die nächste Veranlassung zu diesem Vorschlage lag in einem ern ähnlichen Versuche, der angeblich sehr günstig gewirkt . Im Anfange des Jahres 1800 war nämlich die Rinne in Bank, oder das Gatt beinahe ganz geschlossen gewesen. serstands-Beobachtungen wurden damals noch nicht regelsig angestellt, ich habe sie wenigstens nicht auffinden können; mündlichen ziemlich sichern Mittheilungen soll die Tiefe da- nur 6 Fuss betragen haben. Die im Hafen liegenden Schiffe

waren daher eingesperrt und der grösste Theil derselben konnte selbst leer nicht herausgebracht werden. In dieser Verlegenheit versuchten die Schiffer und zwar zuerst einige Engländer, denen sich bald alle Uebrigen anschlossen, das Seegatt zu vertiefen. Sie bemannten ihre Böte, und während dieselben mit dem Strom herabfuhren, schleppten sie Dragger, Ketten, eiserne Stangen u. dgl. hinter sich. Um die Kraft zu vermehren, wurden auch Segel unter Wasser ausgespannt. Nach wenigen Tagen hatte die Tiefe um 2 Fuss zugenommen, und wenn gleich der grösste Theil der Ladungen erst auf der Rheede, oder ausserhalb der Bank eingenommen werden musste, so konnten die Schiffe doch den Hafen verlassen, was schon ein grosser Gewinn war. Wieviel in diesem Falle das Kratzen wirklich genützt haben mag, und was der Strom ohne dasselbe vielleicht selbst gethan haben würde, lässt sich bei der Unsicherheit der Nachrichten nicht mehr nachweisen.

Die im Jahre 1828 beabsichtigten Versuche führten indessen zu keinem Resultat, da die starke Ausströmung bereits aufgehört hatte, als die Vorbereitungen getroffen waren. Ausserdem hatte die Tiefe des Seegattes schon von selbst nahe um 1 Fuss zugenommen, und somit war für den Augenblick auch das dringendste Bedürfniss befriedigt.

Im Frühjahr 1829 waren dagegen alle Einrichtungen schon vorher besorgt, und indem damals eine neue dringende Veranlassung zur Vertiefung des Seegattes hinzukam, so wurde nunmehr die Auflockerung des Grundes vorgenommen. Das bisherige Seegatt, welches bereits eine sehr südliche Richtung angenommen hatte, war, wenn seine Tiefe auch noch über 11 Fuss betrug, doch sehr ungünstig für die Schiffahrt gelegen, indem es sich in einem scharfen Bogen durch die Bank zog, und stellenweise überaus enge war. Dagegen war schon ein zweites Seegatt, nördlich von jenem, in der Ausbildung begriffen. Beim Aufgange des Eises in der Mitte April war dieses nur 8 Fuss tief, Ende April hatte seine Tiefe bereits bis 10 Fuss 6 Zoll zugenommen. Die vollständige Darstellung dieses neuen Gattes war daher die Aufgabe, die durch das Auflockern des Grundes gelöst werden sollte.

Der Theil des neuen Seegattes, welcher bei mittlerem Wasserstande noch nicht 12 Fuss Tiefe hatte, war ungefähr [illegible] lang, und darin fanden sich Stellen vor, die noch um 1 Fu[illegible]

tieft werden mussten. Der Grund bestand, wie überall in dieser gend, aus einem ganz rein ausgewaschnen, sehr grobkörnigen arz-Sande.

Die frühere Methode, wonach die Kratzen an Böte gehängt l von dem Strome herabgezogen wurden, schien mir weniger send, als wenn ich sie durch Menschenkraft an bestimmten llen bewegen liess. Ich erreichte dadurch den Vortheil, dass die Arbeit auf diejenigen Stellen beschränken konnte, wo es onders an Tiefe fehlte, ausserdem wäre eine bedeutende Mann-aft zum Besetzen der Böte und zum Zurückbringen derselben, entlich wenn plötzlich Wellenschlag eintreten sollte, doch noth-dig gewesen, und deshalb hielt ich es für vortheilhafter, durch elben Arbeiter gleich die Maschine bewegen zu lassen. Auf he Weise hoffte ich auch die kurze Dauer des stärkern Stromes besten benutzen, und selbst während der Nacht die Arbeit etzen zu können. Endlich aber wünschte ich auch, mich lichst bald von dem Erfolge überzeugen zu können, was nur lich war, wenn eine Stelle nach der andern angegriffen wurde. ganze Unternehmen sollte nur ein Versuch sein, ich hatte keineswegs die sichre Ueberzeugung, dass derselbe gelingen le, daher musste ich dafür sorgen, dass er im Falle des Miss-kens nicht gar zu kostbar ausfiel, und dieses würde einerseits hehn sein, wenn man erst nach langer Fortsetzung der Arbeit deren Resultat ein sichres Urtheil gehabt hätte, andrerseits , wenn die benutzten Apparate grosse Anlagekosten verursacht en. Letztere mussten daher möglichst aus dem vorhandnen, lich reichen Hafenbau-Inventarium zusammengesetzt werden.

Ich wählte die Fig. 209 dargestellte Anordnung. Ein Rechen Eisen, 3 Fuss breit und eben so hoch, etwas über 60 Pfund wer, war, wie Fig. 209 *b* zeigt, an einem Baume befestigt, an er geführt wurde. An jeder Seite des mittlern Riegels nden sich zwei Ringe. In diese waren Leinen geknüpft, die ohl vorn als hinten an ein starkes Zugtau befestigt waren. dem letztern wurde der Rechen vor- und zurückgezogen, und r so, dass er, ohne sich zu drehn, sich immer normal gegen e Fläche bewegen musste.

Das Fahrzeug, auf welchem die Arbeit vorgenommen wurde, . 209 *a*, war ein starkes sichres Seeboot, 42 Fuss lang und

19 Fuss breit und in der Mitte 7 Fuss hoch. Dasselbe war nach dem Muster der Ballast-Lichter oder der Baggerböte auf der Themse gebaut. Es war auch mit der dazu gehörigen Winde-vorrichtung versehn, die im vorliegenden Falle sehr passend benutzt werden konnte. Die Räumlichkeit war genügend, um bis 20 Mann darin unterzubringen.

In der Längenrichtung des Bootes wurden zwei starke Bäume befestigt, die vorn und hinten etwa 20 Fuss weit überstanden; sie trugen an ihren Enden Blöcke, durch welche die Taue von dem Rechen geschoren waren. Die Enden dieser Taue waren mit einander verbunden und dreimal um die Trommel der Windevorrichtung geschlungen. Wenn die Kurbel in einer Richtung gedreht wurde, bewegte sich daher der Rechen vorwärts, und er ging zurück, sobald man die Kurbel zurückdrehte. Die Kurbel war ursprünglich so eingerichtet, dass nur zwei oder höchstens drei Mann daran arbeiten konnten. Dieses genügte nicht: ich befestigte daher an dem Kurbelbuge statt des gewöhnlichen kurzen Handgriffes eine Stange, deren andres Ende an der gegenüberliegenden Seite des Schiffes und zwar genau in der Verlängerung der Axe des Getriebes befestigt war. Auf diese Weise erhielt die Handhabe der Kurbel eine sehr grosse Länge, doch mussten die sechs Arbeiter, die sie drehten, sich immer möglichst nahe an die Kurbel stellen, da die Stange bei der Drehung eine conische Fläche beschrieb, und daher ihre Bewegung in der Nähe der Spitze des Kegels sehr geringe wurde.

Wäre das Boot nur vor einen Anker gelegt worden, so würde der Rechen, ebenso wie der Anker, einen festen Stützpunkt gebildet haben, und das Boot selbst hätte, soweit der Anker es erlaubte, sich hin- und herbewegt, ohne dass der Rechen über den Grund gezogen wäre. Hiernach musste ein zweiter Anker am hintern Ende des Bootes ausgebracht werden, und zwar zeigte es sich bald, dass recht schwere Anker erforderlich waren, weil der Widerstand, den der Rechen in seiner Bewegung fand, so gross war, dass die gewöhnlichen Anker dieses Bootes es nicht hielten. Endlich mussten die Ankertaue immer recht scharf angeholt werden, weil sonst das Boot schon merklich dem Rechen entgegenkam und letzrer nicht weit genug gezogen werden konnte. Aller Vorsicht ungeachtet, war es indessen unmöglich, das Boot ganz fest zu halten,

ahm wenigstens jedesmal, wenn der Rechen seine Bewegung rte, eine andre Richtung an, oder drehte sich etwas. Die- Umstand hatte indessen den günstigen Erfolg, dass das Boot während, soviel die Anker erlaubten, nach der linken oder rechten Seite gierte, und dadurch die ausgetiefte Rinne gleich Breite von einigen Ruthen annahm.

Ausser den sechs Mann an der Kurbel war ein siebenter der Führung des Rechens beschäftigt: er musste dafür sorgen, der Stiel desselben immer nahe lothrecht blieb, auch gab er übrigen Arbeitern das Zeichen, wenn sie in entgegengesetzter htung die Kurbel drehen sollten. Der Stiel des Rechens wurde 24 Fuss weit hin und her zur Seite des Bootes geführt, und Länge stimmte nahe mit der des Weges überein, den der en selbst machte. Die Dauer eines Hin- und Rückganges g etwa eine Minute. An dem Stiel des Rechens war eine e angebracht, welche die erforderliche Wassertiefe bezeich- Der Arbeiter konnte sich daher fortwährend selbst davon eugen, wieviel auf jeder Stelle noch fehlte. Wenn der en scharf herabgedrückt wurde, so nahm der Widerstand in em Maasse zu, dass die Arbeiter an der Kurbel nur mit grössten Anstrengung die Drehung fortsetzen konnten. Hier- war der Erfolg aber keineswegs am grössten, er zeigte sich sehr weit bedeutender, wenn der Rechen nur mit seinem en Gewichte auf den Grund drückte, und noch schnell und fortgezogen werden konnte.

Endlich muss bemerkt werden, dass die Mittellinie der dar- ellenden Rinne auf dem Ufer durch zwei hohe Signale scharf kirt war, und die Anker immer in dieser Linie ausgesetzt wur- woher auch das Boot in derselben blieb und sich beim Gieren wenig und gleichmässig nach beiden Seiten davon entfernte.

Die westlichen Winde, die an der Stelle, wo gearbeitet werden e, einen heftigen Wellenschlag verursachen, und ausserdem trömung mässigen, hörten gegen Ende April auf. Bei stark ufendem Strome ging daher das Boot den 28. April Morgens s und wurde gerade über dem höchsten Rücken der Bank in Richtung der ausgesteckten Linie festgelegt. Die Geschwin- it des Stromes betrug etwa 2 Fuss 9 Zoll in der Sekunde. Arbeit wurde sogleich begonnen, und ohne Unterbrechung

den ganzen Tag hindurch fortgesetzt, indem in Ablösungen
arbeitet wurde und doppelte Mannschaft an Bord war. Für
Anziehen der Ankertaue und andre Arbeiten musste aber i
der Theil der Mannschaft sorgen, der an der Winde nich
schäftigt wurde.

Der Erfolg war weit grösser, als ich erwartet hatte. In
von einer Stunde war die Bank an der Stelle, wo man arbe
um mehr als einen Fuss gesenkt, und die Vertiefung erstr
sich auf einen Raum von etwa 3 Ruthen Breite (so weit
das Boot) und von 2 Ruthen Länge. Ich liess hierauf das
vor denselben Ankern 2 Ruthen stromabwärts verlegen, und
Arbeit wurde hier fortgesetzt, um die Rinne zu verlängern.
dem starken ausgehenden Strome, der den ganzen Tag an
hatte die Arbeit einen sehr guten Fortgang. Unglücklicher W
besorgte aber der Aufseher, den ich Abends an Bord liess,
der Wind, der schon im Laufe des Tages wieder nach We
gegangen war, an Stärke zunehmen möchte, und segelte daher
andern Morgen in den Hafen zurück.

Die Witterung blieb zunächst so günstig, dass die A
unbedenklich hätte fortgesetzt werden können, wenn das Boot
der Bank geblieben wäre. Es erschien jedoch nicht räthlich,
selbe wieder herauszubringen, da verschiedene Anzeichen da
hindeuteten, dass der Wind bald heftiger werden, und die F
setzung der Arbeit unmöglich machen würde. In den folge
Tagen war der Wind in der That bedeutend stärker geword

Am 30. April wurde das Seegatt untersucht. Die vert
Stelle gab sich sehr auffallend zu erkennen, und die Rinne
ganz entschieden den Strom aufgenommen, und in der Breite
in der Länge sich ausgedehnt.

Am 4. Mai konnte endlich die Arbeit wieder aufgenom
werden. An diesem Tage wurde der stromaufwärts gekehrte
östliche Theil der Bank angegriffen, und obwohl die Ström
schon etwas mässiger geworden war, so ging die Vertiefung
noch ganz nach Wunsch von Statten. Abends stellte sich,
dass der Wind besonders heftig gewesen wäre, Wellenschlag
der besonders auf der Bank, wo das Boot lag, so heftig wu
dass man zurückkehren musste.

Am 6. Mai wurde die Witterung wieder günstig und am 7ten [...] das Boot bei Tagesanbruch heraus. Durch die ganze Bank [...] sich bereits eine regelmässige weite und tief Rinne gebildet. [...] Tiefe betrug grossentheils 12 Fuss, nur am äussern und [...]rn Rande der Bank war sie etwa 1 Fuss geringer; einzelne [...]len in der Mitte bedurften auch noch der Nachhülfe. Da der [...]m jetzt schon viel schwächer geworden war, und nicht mehr [...] Geschwindigkeit von 2 Fuss in der Sekunde hatte, so durfte [...] die frühern auffallenden Erfolge nicht mehr erwarten. Ausser[...]aber hörte der starke Erguss der Nogat bereits auf, und [...]ch musste der aus dem Haff kommende Strom sich in Kurzem [...] mehr vermindern. Ein ferneres Aussetzen der Arbeit erschien [...] ganz unzulässig.

Ich liess das Boot zuerst an die innere, oder stromaufwärts [...]hrte Seite der Bank legen, und hier die Arbeit beginnen. [...] Erfolg des Kratzens stellte sich nur langsam ein, war aber [...]och nicht zu verkennen. Um eine Unterbrechung während [...] Nacht zu umgehn, bestellte ich noch eine dritte Ablösung der [...]nschaft. Auf diese Weise wurde bis zum 8ten Abends die [...]it ununterbrochen fortgesetzt. Die starke Mannschaft, die ich [...] Bord hatte, konnte, ohne Störung zu verursachen, selbst die [...]er verlegen. Dieses geschah, indem ein dritter Anker zuerst [...]gebracht, und hieran das Boot befestigt wurde, bevor man einen [...] ersten Anker lichtete.

Am 8. Mai gegen Abend war das äussere Ende der Bank [...]icht, und das neue Fahrwasser, das genau in der gewählten [...]tung lag, hatte auf den mittlern Wasserstand von 7 Fuss [...]oll am Pegel reducirt, durchweg die Tiefe von 12 Fuss. Es [...] also trotz der ungünstigen Witterungs-Verhältnisse, welche [...] gehörige Benutzung des stärksten Stromes verhindert hatten, [...]noch Alles erreicht, was man wünschen durfte. Von manchen [...]en wurde freilich bezweifelt, ob dieses Resultat die Folge der [...]lockerung des Grundes, oder vielleicht nur die natürliche Wir[...]g des Stromes gewesen sei, und man muss wohl unbedingt [...]eben, dass nach aller Wahrscheinlichkeit der Strom auch ohne [...]se Auflockerung gerade an derselben Stelle sich sein Bette [...]ffnet haben würde, weil die Richtung, in welcher die Arbeit [...]genommen wurde, eben mit Rücksicht auf den tiefen Schlauch

ausgesucht war, der sich schon vorher bis gegen die Bank hin zog. Meines Erachtens ist indessen die starke Vertiefung, die während der Auflockerung eintrat (die freilich ausser mir und der Mannschaft auf dem Boote von Niemand bemerkt wurde), ein ganz sichrer Beweis für den Nutzen dieser Arbeit. In dem nächsten Jahre war keine Veranlassung zur Wiederholung dieses Versuches, auch ist, soviel mir bekannt, ein solcher seitdem nicht wieder gemacht worden.

Man hat gewiss schon vielfach versucht, in ähnlicher Weise wie eben beschrieben, Rechen oder andre Vorrichtungen zum Aufkratzen des Grundes nicht durch den Strom, sondern durch Menschenkraft in Bewegung zu setzen. Belidor theilt einige hierher gehörige Vorschläge mit*), wobei nur der Unterschied stattfindet, dass eine sehr geringe Wassertiefe von 1 oder höchstens 2 Fuss vorausgesetzt ist, und sonach die Pferde unmittelbar den Apparat ziehen. Letztrer soll entweder in einem Pfluge bestehn, dem gewöhnlichen Pfluge nicht unähnlich, oder in einem Rechen, dessen Einsenkung von einem Arbeiter regulirt wird, der in einem angehängten Nachen steht. Im letzten Falle kann die Auflockerung nur erfolgen, während der Nachen gegen den Strom fährt, weil er sonst seine Stellung nicht behalten würde. Es ist freilich ziemlich gleichgültig, ob der Rechen stromauf- oder abwärts bewegt wird, aber ein Uebelstand ist es, wenn die Wirkung nicht ununterbrochen stattfindet. Hierbei mag noch erwähnt werden, dass Belidor gleichzeitig ein Mittel bezeichnet, wodurch der feste Thonboden, der von allen Kratzen wohl wenig angegriffen wird, der Einwirkung des Stromes ausgesetzt werden soll. Dieses Mittel besteht darin, dass in ziemlich geringen Entfernungen Löcher mit einem Sackbohrer in das Flussbette gebohrt werden sollen.

Zur Bewegung der Kratzen hat man in England auch die Dampfkraft benutzt. An der Mündung der Mersey wurden während der Jahre 1839 und 1840 Rechen, woran anfangs nur Ketten hingen, die später aber mit festen Zinken versehn wurden, durch kräftige Dampfböte über die Barre gezogen, dabei war die Vorrichtung angebracht, dass die Kratz-Apparate nur bis zu einer gewissen Tiefe herabsinken konnten, und sonach ihre Wirksamkeit

*) *Architecture hydraulique.* Vol. IV. Seite 336.

rte, sobald sie an eine Stelle kamen, wo hinreichende Tiefe ts vorhanden war. Das Fahrwasser vertiefte sich während peration sehr bedeutend, aber auch hier entstand nach Hübbe's eilung der Zweifel, ob das Kratzen dazu wesentlich beige- n habe, oder der Strom gerade in dieser Zeit sich von selbst ebildet hatte. In einem Vortrage, der in der British Asso- n über dieses Unternehmen gehalten wurde, wird die ein- tne Vertiefung unbedingt als Folge der Auflockerung des des bezeichnet. *) Ein ähnlicher auf der Clyde unterhalb gow angestellter Versuch soll kein Resultat gegeben haben: dasselbe scheint auch auf dem Aa-Strome bei Groeningen der gewesen zu sein, da man das zu diesem Behufe eingerichtete eigenthümlichen Schwerdtern und einem Segel unter Wasser hne Fahrzeug nur kurze Zeit hindurch benutzte, und bald Sielpfluge wieder überging. Dieses Fahrzeug trug übrigens Rechen, oder die Kratze an zwei Krahnbalken, die über den gel herausreichten, woher die Wirkung sich wieder allein auf nigen untiefen Stellen beschränkte, wo die Schiffahrt behindert . Der Grund des Misslingens im letzten Falle ist vielleicht der geringen Geschwindigkeit des Wassers zu suchen, die ersten Falles nur 6 Zoll bis 1 Fuss betragen haben soll. **)

Der an der Weser seit langer Zeit übliche sogenannte Pflug, . 210, ist dem beschriebnen Rechen nicht unähnlich. An einem ken aus schwachem Kreuzholz von etwa 10 Fuss Länge sind Abstande von 6 Zoll eiserne Zinken von 9 Zoll Höhe ange- cht. An der obern Seite des Balkens befinden sich zwei höl- ne Stiele von etwa 6 Fuss Länge. An jedem Ende ist der ken mit einem Ringe versehn, und in diese sind zwei Taue gesteckt, die sich in geringem Abstande zu einem einzigen binden, woran der Pflug gezogen wird. Eine Eigenthümlichkeit Gebrauch dieses Apparates liegt darin, dass er weder mit dem ome, noch gegen denselben, sondern quer durch das Fahrwasser egt wird. Man will nämlich nicht die Beseitigung des sämmt- en gelösten Materials dem Strome überlassen, vielmehr sollen die bern Geschiebe an die Seite, auch wohl auf das Ufer geschafft

*) *Civil Engineer and architect's Journal.* Vol. II. Seite 421.
**) Crelle's Journal für die Baukunst. Band 18, Seite 90.

werden, während der feinere Kies und Sand allerdings fortge[...]
wird. Ausserdem gewährt diese Art der Bewegung auch [...]
den unverkennbaren Vortheil, dass die Menschen oder die [...]
thiere, die den Pflug bewegen, am Ufer oder wenigstens im sei[...]
Wasser bleiben. Zuweilen lässt man den Pflug unmittelbar [...]
Menschen ziehn; besonders geschieht dieses, wenn es nur d[...]
ankommt, auf kurzen Strecken eine geringe Vertiefung zu [...]
anlassen, die Arbeit also nicht bedeutend genug ist, um grö[...]
Anstalten dazu zu treffen. In diesem Falle hat der Pflug [...]
gemeinhin nur geringere Dimensionen, und oft brauchen die Sc[...]
ihn sogar selbst, wenn sie eine untiefe Stelle finden, wo sie [...]
müssten. Bedeutend grösser ist der Erfolg, wenn Pferde [...]
Ochsen vorgespannt werden, und am vortheilhaftesten dürft[...]
wohl sein, wie auch zuweilen geschieht, eine Erdwinde auf [...]
Ufer aufzustellen und durch diese den Pflug durch das [...]
wasser zu ziehn.

Hinter dem Pfluge gehen gemeinhin vier Arbeiter, di[...]
theils an den erwähnten Stielen in senkrechter Stellung h[...]
theils aber auch, und namentlich wenn der Kies festgelager[...]
auf den Balken treten, und dadurch das Eingreifen der Z[...]
befördern. Dieses kräftige Eingreifen ist aber bei dem [...]
von grosser Wichtigkeit, insofern das Zurückbringen dess[...]
vor dem Beginne eines neuen Zuges immer mühsam und [...]
raubend ist. Man muss daher die Wirkung jedes einzelnen Z[...]
möglichst zu vergrössern bemüht sein. Das Zurücktragen ges[...]
durch dieselben Arbeiter, welche dem Pfluge folgen. Sie bl[...]
also immer im tieferen Wasser, und dieser Umstand besch[...]
die Anwendbarkeit des Apparates ausserordentlich, denn [...]
kann er vor dem Eintritt des kleinen Wassers gar nicht b[...]
werden, theils aber können die Arbeiter, ohne ihrer Gesu[...]
zu schaden, auch nur in den Sommermonaten mehrere S[...]
und selbst ganze Tage hindurch im Wasser zubringen.

Der Erfolg des Pflügens ist nach der vieljährigen und [...]
wiederholten Benutzung desselben als ganz sicher anzuseh[...]
Untiefen werden dadurch in sehr kurzer Zeit, und mit ge[...]
Kosten, als durch Baggern beseitigt. Ein Uebelstand in [...]
Gebrauche liegt aber darin, dass gemeinhin an derjenigen [...]
von wo der Zug ausgeübt wird, dicht neben dem Fahrwas[...]

esrücken sich bildet, der nicht selten sogar über die Ober-
s Wassers tritt, und für die Stromregulirung um so nach-
ist, als er vorzugsweise aus dem gröbsten Geschiebe
das zwischen den Zinken nicht hindurchdringen konnte,
r auch vom Strome nicht leicht fortgetrieben wird. Es
ach wohl dringend nöthig, diesen Rücken, nachdem das
ser aufgeräumt ist, wenigstens so weit zu beseitigen, als
urch Abgraben möglich ist. Vortheilhafter wäre es noch,
leich würde dadurch der baldigen Verfüllung der vertief-
le vorgebeugt werden, wenn man ausserdem durch fer-
lügen das herausgebrachte Material noch näher an das
ge, und der Sohle des Strombettes eine regelmässige Ab-
bis zum Fahrwasser gäbe.

komme endlich zur Beschreibung desjenigen Apparates,
r allen ähnlichen wohl am häufigsten Anwendung gefunden
am längsten im Gebrauche ist, über dessen Wirksamkeit
ch am wenigsten zweifelhaft sein kann. Dieses ist die
ing einer sehr vollständigen Stau-Vorrichtung, wodurch
ze Profil des Stromes umfasst wird, mit einem Rechen,
Grund angreift. Dieser Apparat ist seit langer Zeit in
nern Norddeutschen und Holländischen Häfen mit unver-
em Erfolge benutzt worden. Man nennt ihn den Siel-
und er dient zur Erhaltung der Tiefe in den Siel-Tie-
h. in den Kanälen, welche die Siele oder Entwässerungs-
n mit dem eigentlichen Strombette verbinden. Die Siele,
immer in den Deichen liegen, haben häufig so grosse
nen, dass die kleinern Küsten-Fahrzeuge mit nieder-
Masten hindurchgehen können. Dieses darf aber nicht
der höchsten Fluth geschehn, weil dadurch das Binnen-
Gefahr kommen könnte; die Schiffahrt ist vielmehr nur
wenn das Wasser nahe den niedrigsten Stand erreicht
Sieltiefen werden aber zur Zeit des Hochwassers, sobald
endeich unter Wasser steht, in der Quere überströmt und
ken daher sehr schnell. Man muss aus diesem Grunde
in noch auf andre Weise für ihre Offenerhaltung sorgen.
geschieht theils durch gewöhnliches Spülen, indem beim
ten Wasserstande der Ebbe das Binnenwasser durch das
strömt, theils aber kommt man der Wirkung dieses Stromes

noch dadurch zu Hülfe, dass man den Siel-Pflug benutzt. Im Vorhafen von Bremerhafen, oder in dem Kanale, welcher die Verbindung des eigentlichen Hafens mit der Weser darstellt, wurde der Siel-Pflug mit sehr günstigem Erfolge gleichfalls angewendet, und wenn man ihn in der neuesten Zeit daselbst nicht mehr benutzt, so hat dieses nur darin seinen Grund, dass dem Hafen beim Spülen des Kanales eine grosse Wassermenge entzogen wurde, die zur Zeit der höchsten Fluth aus der Weser wieder ersetzt werden musste. Im Fluthwasser der Weser schweben aber so viele Thontheilchen, dass dasselbe nicht nur trübe, sondern stark gefärbt ist, und dieser Thon sinkt zu Boden, sobald das Wasser in Ruhe kommt. Dieser starke Niederschlag erfolgte daher im Hafen, und man bemerkte darin jedesmal eine starke Verschlickung, so oft der Vorhafen gespült war. Die Baggerung im Hafen war indessen bei dem lebhaften Schiffsverkehr sehr schwierig, woher man in neuester Zeit von dem Gebrauch des Spülens und des Sielpfluges abgegangen ist, und es vorzieht, durch unmittelbares Baggern im Vorhafen die erforderliche Tiefe zu erhalten.

Mit manchen zweckmässigen, wenn auch nicht gerade wesentlichen Abänderungen hat man den Siel-Pflug auch zur Vertiefung von binnenländischen Flussbetten und Kanälen mit grossem Vortheil benutzt, und namentlich ist dieses in neuerer Zeit in Frankreich und England geschehn. Der in Frankreich in der Nähe von Rochefort benutzte Apparat hat sich nach den Mittheilungen des Ingenieur Masquelez *) überaus wirksam gezeigt, woher ich denselben zunächst beschreiben will. Er wurde zur Aufräumung der beiden Kanäle von Brouage und von Charras und des Hafens von Brouage angewendet. Die beiden bekannten Kanäle dienen hauptsächlich zur Entwässerung der dortigen Niederungen, werden jedoch auch gleichzeitig zur Schiffahrt benutzt, und mit Hülfe der Schleussen kann man bei dem starken Wechsel des Wasserstandes in Folge der täglichen Fluth eine hinreichend starke Strömung darin erzeugen. Der erste Kanal verbindet die Charente mit dem Hafen von Brouage und ist etwa $2\frac{2}{3}$ Meilen lang, der zweite verbindet die Gere mit der Charente ohnfern der Mündung der letztern, und seine Länge beträgt etwas über $1\frac{1}{2}$ Meilen.

---

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1832. I. Seite 376. ff.

Nach mehrfachen Abänderungen des Apparates, die sich beim
uche als nöthig herausgestellt hatten, wurde die in Fig. 211
Taf. L dargestellte Einrichtung gewählt. Ein Prahm von
ass Länge, 16 Fuss Breite und etwas über 6 Fuss Höhe
an seinem hintern Ende den Rechen; die Dimensionen des
s waren durch die des Kanales und der Brücken und
assen bedingt. Der Prahm musste nämlich durch letztre hin-
geführt werden können, nachdem die Flügel des Rechens
geschlagen waren, und seine Länge musste so gering blei-
ass er im freien Kanale überall wenden konnte. Der mittlere
der Stauwand, der den Rechen bildet, ist gleichfalls 16 Fuss
da diese Länge aber nicht zur Schliessung des Kanal-
es genügt, so sind an den Seiten noch Flügel angebracht,
jeder sich um eine vertikale Axe auf den Haken *A* dreht,
Fig. 211 *d* sichtbar sind. Durch diese ersten Flügel erhält
tauwand eine solche Ausdehnung, dass sie das Profil an den
en Stellen schliesst. Um aber an allen Stellen, wie ver-
den das Profil auch sein mag, dasselbe immer möglichst voll-
ig zu schliessen, so befinden sich an jedem der erwähnten
el noch drei andre, die sich um schräge Axen mittelst Char-
n drehn, und die bald mehr bald weniger sich von selbst
eiten oder einziehn, und sonach jedes Profil ungefähr darstellen.
Der mittlere Theil der Stauwand, an dessen unterm Rande
Zoll hohen eisernen Zinken befestigt sind, besteht zunächst
zwei hochkantig über einander gestellten Bohlen von 5 Zoll
ien Stärke. In die obere Bohle sind sieben Stiele eingezapft,
ben durch ein Rahmstück verbunden sind. Zur Verbindung
Bohlen unter sich und mit den Stielen dienen die aufgenagelten
nen Bänder, welche die Figuren zeigen. Die vier Oeffnungen
hen den mittleren fünf Stielen werden durch eben so viele
tze geschlossen, die nur in dem Falle gezogen werden, wenn
gelöste Material sich vor dem Rechen stark angehäuft hat,
jedoch bei gehöriger Vorsicht niemals geschehn darf.
An jeder Seite des Prahms tritt ein starker Krahnbalken vor,
n seinem Ende zwischen hochkantigen Schienen (Fig. 211
und *f*) zwei Scheiben und ausserdem eine Leitrolle trägt.
andre Scheiben sind an jeder Seite über den obern Bohlen
Stauwand befestigt, und bilden in Verbindung mit den obern

Scheiben zwei Flaschenzüge, woran die Stauwand hängt. Enden der darin eingezognen Taue sind in gleicher Richtung eine Erdwinde geschlungen, die auf dem Prahm steht. Beim drehen der Erdwinde ziehen daher beide Flaschenzüge gleichm an, und sonach kann die Wand leicht gehoben oder gesenkt w

Die erwähnten Leitrollen, gegen welche sich die beiden ä Stiele lehnen, halten die Wand zurück, und verhindern sie, vom Prahme zu entfernen. Hierdurch ist ihre lothrechte St aber noch keineswegs gesichert, denn sie behält dabei no Freiheit, sich so zu neigen, dass ihr obres Ende auf den fallen könnte. Dieses wird durch zwei Rahmen verhinder sich um vertikale Axen drehen lassen und sich an zwei Mitte der Stauwand lehnen. Endlich wird die Stauwand noch vier Taue (Fig. 211 *a*) gehalten. Soll die Stauwand au Wasser gehoben werden, was jedesmal geschehen muss, der Prahm stromaufwärts gezogen wird, so geschieht dies nächst mittelst der Erdwinde, bis die Wand eine solche erreicht hat, dass sie nur noch wenig in das Wasser ein Alsdann dreht man die beiden beweglichen Rahmen zurück lässt die Wand, indem man die obern Taue anzieht, u untern nachlässt, auf den Prahm fallen. Die Flügel wer diesem Falle schon vorher auf die Wand zurückgeschlage

Will man von der Maschine Gebrauch machen, so da selbe keineswegs sogleich am obern Ende des Kanales in T keit gesetzt werden, weil dasjenige Material, das sie zu löst, über alle untiefen Stellen, die sich weiter abwärts vor nicht fortgeschafft werden könnte. Man fängt daher die A mung etwa eine halbe Meile oberhalb der Mündung an nachdem die unterste Strecke gereinigt ist, beginnt man die eine halbe Meile weiter aufwärts, und so fort, indem man mal das gelöste Material bis in das Meer herabschiebt. andre Vorsicht, die nicht versäumt werden darf, besteht dass die Wasserpflanzen, welche in der ganzen Ausdehnu Kanäle sehr üppig zu wachsen pflegen, zuvor geschnitte herausgeschafft werden müssen.

Sobald der Prahm an der Stelle ist, wo mit der Aufrä der Anfang gemacht werden soll, bringt man ihn in die pa Richtung, und indem er an beiden Ufern befestigt ist, stel

and auf, breitet die Flügel aus, und lässt den Rechen 4 bis
1 tief in den Grund eingreifen. Die Zeit der Arbeit muss
wählt sein, dass beim Oeffnen der Schleuse ein kräftiger
im Kanale entsteht: in Folge desselben erhebt sich sogleich
Vasser vor der Stauwand, und nachdem die Niveau-Differenz
hen Ober- und Unterwasser auf 4½ bis 6 Zoll angewachsen
etzt sich der Prahm von selbst in Bewegung. Der Rechen
ber immer neues Material vom Grunde und treibt die ganze
te Masse vor sich nach der See. Dieses Material besteht
gsweise aus Moor-Erde, die im Allgemeinen den Grund der
rung bildet. Es münden jedoch seitwärts mehrere Bäche
e Kanäle, die Kies und Sand führen, und beim Verladen
Bruchsteine vor den Steinbrüchen, die zum Theil neben den
len liegen, fallen häufig Steine von 4 bis 6 Centner Gewicht
en Kanal, die durch den Rechen gleichfalls gehoben und
etrieben werden müssen.

Die Räumung geht ganz sicher und regelmässig von Statten,
man nur dafür sorgt, dass der Prahm ohne Aufenthalt fort-
t. Kommt er zufällig zum Stillstande, und kann er nicht
sich wieder in Bewegung gesetzt werden, so sinkt die ganze
its gelöste Erdmasse nieder und lagert sich sehr schnell so
dass man sie nur nach und nach wieder in Bewegung setzen
. Dieses geschieht schon, wenn der Prahm auch nur etwa
Minuten lang angehalten wird. Hiernach ist es dringend
ig, die Maschine nicht zu stark eingreifen zu lassen, und
zufälliger Weise ein starker Widerstand sich irgendwo zeigen
e, sogleich den Rechen zu heben. Aus diesem Grunde darf
Rechen während der Bewegung nicht tiefer als etwa 3 Zoll
n Grund eingreifen, und die Erdwinde muss fortwährend mit
riger Mannschaft besetzt bleiben, damit der Rechen augen-
lich gehoben werden kann, wie der Prahm in Folge eines
ligen Widerstandes aufgehalten wird. Damit die gelöste Erd-
e sich nicht zu stark zwischen den Prahm und den Rechen
t, ist der Boden des erstern nicht horizontal durchgeführt,
rn hebt sich bedeutend am hintern Ende. Sollte aber den-
die Erde sich hier zu stark anhäufen, und die Bewegung
Rechens verhindern, so öffnet man die Schütze und erzeugt
ch einen kräftigen Strom, der die Masse fortspült.

Die Erscheinungen, die bei dem Gebrauche dieses Appa eintreten, werden als höchst überraschend und fast wund dargestellt. Wenn nämlich der Prahm bereits eine Streck gangen ist, und eine bedeutende Erdmasse gelöst hat, so schi diese nicht etwa als leicht flüssigen Schlamm, sondern als d und zähen Brei vor sich her, und dieser tritt häufig üb Oberfläche des Wassers heraus, und bietet alsdann den A eines frisch gepflügten Ackers. Diese Masse ist in fortwäh Bewegung: die zuletzt gelöste Erdschicht steigt wie der Hob in einer Hobel neben dem Prahm aufwärts und schiebt sich die bereits in Bewegung befindliche Masse fort. Am vordern derselben bemerkt man auch eine Art von rotirender Bew wie am Umfange eines rollenden Rades. Die Theile, die aufliegen, eilen den andern voran und stürzen vorn in die Diese Masse füllt den Kanal in der Breite und Tiefe voll an, und hat oft eine Längen-Ausdehnung von mehr als 300 Am überraschendsten ist es aber, dass man zu Zeiten schwere Steinblöcke auf der Oberfläche und sogar über vortreten sieht, welche, ihres grossen Gewichtes ungeachtet, allgemeinen Bewegung gleichfalls Theil nehmen.

Die Durchführung des Prahms durch die Brücken und S sen bietet wegen der heftigen Strömung daselbst grosse S rigkeiten. Man darf es nicht wagen, den Prahm hier dem allein zu überlassen, daher werden vorher Taue ans Ufer fen, die man um Pfähle schlingt, und daran den Prahm l hindurchführt.

Zum Beweise des grossen Vortheils, den dieses Ve gewährt, führt Masquelez an, dass die Ausbaggerung des von Brouage, der, wie es scheint, nur in einem Sieltief in früherer Zeit jährlich 43,600 Franks kostete, wogegen d räumung mit dem beschriebnen Rechen mit 200 Franks bestritten wird. Die Ausgaben sind daher bei Anwendung Maschine auf weniger als den zweihundertsten Theil der Summe ermässigt.

Der Sielpflug, den man, wie erwähnt, in Deutsch Holländischen Nordseehäfen mehrfach findet, stimmt mit schriebnen Apparate sehr nahe überein. Ein Prahm trägt falls am hintern Ende die Stauwand, die wieder aus dem

e und den Flügeln besteht. Die Anzahl der Flügel be-nkt sich indessen gemeinhin auf zwei, und diese drehen um vertikale Axen. Das Mittelstück ist unten wieder mit Reihe eiserner Zinken versehn, die jedoch immer gegen Zoll hoch sind. Auch kann die Wand auf dem Prahm zu-geschlagen werden, ihr fehlen indessen häufig die Schütze zugleich die Vorrichtung, wodurch sie willkührlich gehoben gesenkt werden kann. Sie drückt alsdann immer gleich-sig und zwar nach Maassgabe ihres Gewichtes auf den Grund wird nur durch Flaschenzüge, die theils oben theils unten bracht sind, in der lothrechten Stellung gehalten.

Auch in England hat man eine ganz ähnliche Maschine zur iefung und Schiffbarmachung zweier kleinen Flüsse mit voll-ligem Erfolge angewendet.*) Ein Müller in Seaton ohn-Canterbury in Kent wünschte den Fluss, der kleine Stour nnt, bis zu seiner Mühle schiffbar zu machen. Der Fluss 0 bis 30 Fuss breit und war stellenweise nur 12 Zoll tief, Entfernung von derjenigen Stelle, bis zu welcher die Schiffe ufgehen konnten, betrug aber 5 Englische Meilen, oder s über eine Preussische Meile. Das Bette besteht grossen-s aus Sumpfboden, nur an einzelnen Stellen fand sich Sand Kies. In den ersten Jahren dieses Jahrhunderts wurde mit m Apparate, der wesentlich wieder nichts Anders als ein pflug ist, ein Versuch angestellt und dieser hatte so guten lg, dass das Bette sich um 4 Fuss vertiefte, und leicht ieser Tiefe erhalten werden konnte, indem man einmal im e oder auch nur alle zwei Jahre die Aufräumung wieder-. Der Fluss hat aber nicht nur die schiffbare Tiefe an-mmen, sondern sich ausserdem auch etwas gesenkt, so die anliegenden Sümpfe in fruchtbare Wiesen verwandelt . Bei dem guten Erfolge wurde dasselbe Verfahren auch dem grossen Stour-Flusse in der Nähe angewendet, wo-st es eben so günstige Resultate gab, wiewohl die Breite is 60 Fuss betrug, und die Tiefe von 5 bis 6 Fuss dar-ellt werden musste.

) *Transactions of the Institutions of civil engineers.* Vol. II. on 1838, Seite 181.

Der Apparat, der auf dem kleinen Stour benutzt wird, besteht wieder aus einem Prahm von 30 Fuss Länge und 11 Fuss Breite, an dessen hinterm Ende, welches stumpf abgeschnitten ist, der mittlere Theil der Stauwand von 13 Fuss Breite an zwei gezahnten Stangen hängt. Letztere werden von zwei Getrieben an einer gemeinschaftlichen Axe gefasst, und sonach kann die Stauwand beliebig gehoben und gesenkt werden. Sie lehnt sich fest gegen die senkrechte Hinterwand des Prahms, und wird durch zwei Ketten, die sie unten und zwar an beiden Seiten fassen, in der senkrechten Stellung gehalten. Die Stauwand ist in der Mitte 6 Fuss hoch, und mit keinen Schützvorrichtungen versehen. Sie trägt am untern Rande achtzehn breite eiserne Zinken, von 1 Fuss Länge, die nahe horizontal umgebogen sind, so dass sie in der Richtung der Bewegung wie eine Reihe von Pflugschaaren vortreten. An jeder Seite dieses Mittelstückes der Stauwand befindet sich ein Flügel von 16 Fuss Länge. Beide Flügel drehen sich um vertikale Axen und lehnen sich mit ihren äussern Enden, während die Maschine in Wirksamkeit ist, gegen die Ufer. Vom Prahme aus tritt aber in dessen Axe ein starker Baum in horizontaler Richtung etwa 18 Fuss weit über die Stauwand heraus: derselbe ist durch zwei Seitentaue abgesteift, und beide Flügel können an ihn herangezogen werden, sobald man den Gang der Maschine unterbrechen will.

Ueber die Art der Wirkung des Apparates wird erwähnt, dass hinter der Stauwand sich ein Stau von 6 bis 12 Zoll bildet, und dieser den Prahm mit der ganzen gelösten Erdmasse vor sich treibt, wenn letztere auch mehrere hundert Yards weit den Kanal vor dem Prahme bereits anfüllt. Die Erscheinung ist also ziemlich übereinstimmend mit derjenigen, die man bei Rochefort bemerkt hat. Die Operation beginnt aber wieder nicht am obern Ende der zu vertiefenden Strecke, vielmehr nur etwa eine Englische Meile (nahe eine Viertel Preussische Meile) oberhalb der Mündung des Flusses, und nachdem dieser Theil gereinigt ist, setzt man die Maschine wieder eine Englische Meile weiter aufwärts in Bewegung und so fort, bis man zuletzt den Fluss in seiner ganzen Länge durchfährt. Die Dauer der ganzen Operation wird auf 5 oder 6 Tage angegeben, und noch bemerkt, dass die Geschwindigkeit, selbst wenn die Maschine nur wenig

‑et, nie grösser als 3 Englische Meilen in der Stunde, oder 4 Fuss in der Sekunde ist. Wahrscheinlich ist indessen Bewegung gemeinhin viel langsamer.

§. 92.

Beseitigen der Baumstämme, Steine u. dgl.

Häufig befinden sich an einzelnen Stellen des Fahrwassers ‑nstände, welche weder durch Verstärkung des Stromes, noch durch Baggern oder Auflockern des Grundes beseitigt wer‑ können. Dieses sind vortretende Felsenköpfe, lose Stein‑ ‑ke, oder Baumstämme, auch wohl versunkene Schiffe u. dgl. ‑sind um so gefährlicher, als sie gemeinhin steil aus dem ‑ vortreten: die Schiffe werden daher nicht sanft aufgescho‑ wie auf Sandbänke, sondern stossen vielmehr scharf da‑ ‑n. Ausserdem liegen diese Gegenstände fast immer so fest ‑runde und sind an sich so hart, dass sie selbst nicht nach‑ ‑n oder ausweichen. Die Wirkung des Stosses pflegt daher ‑n das Schiff zu treffen, welches dabei leicht leck werden, sogleich sinken kann.

Bei einem regulirten Strome, dessen Fahrwasser keinen ‑ntlichen Veränderungen unterworfen ist, dessen Ufer auch ‑hützt sind, wenigstens nicht so schnell abbrechen, dass man ‑darauf stehenden Bäume nicht vorher entfernen könnte, pflegt leicht ein neuer Baumstamm in das Fahrwasser zu trei‑ dagegen finden sich solche fast jedesmal sehr zahlreich früherer Zeit in dem ganzen Bette und sogar in der gan‑ Ausdehnung des Flussthales im Sande und Kiese vergraben. ‑a daher der Strom sich selbst überlassen ist, und die tiefere ‑e, die immer als Fahrweg benutzt werden muss, sich häufig ‑ndert, so kommen immer andere Baumstämme, die bisher ‑deckt waren, zum Vorschein. Wie nothwendig die Beseiti‑ derselben zur Sicherung der Schiffahrt auch ist, so muss bei der grossen Veränderlichkeit der Rinne doch zuweilen ‑nken tragen, die mühsame Aushebung der Stämme immer Neuem vorzunehmen, man begnügt sich daher häufig, die ‑le, wo sie liegen, durch Stangen oder sogenannte Baaken ‑ezeichnen.

In kleinen Flüssen, auf welchen lange Zeit hindurch H flösserei in losen Scheiten betrieben ist, finden sich ganze Bänke von versunkenem Scheitholze vor, deren Beseit gleichfalls sehr schwierig wird, sobald man diese Flüsse sch machen will. Da jedoch die Holzstücke in diesem Falle n Länge von 4 bis 6 Fuss zu haben pflegen, auch von allen A und Wurzeln frei sind, und daher nicht so fest im Sande ste so lassen sie sich mit Stangen oder Haken aufbrechen, und sich noch leichter, wenn man zugleich einen starken Strom über leitet.

Der gewachsene Felsboden, der zuweilen die des Strombettes bildet, kann in doppelter Weise der Schi hinderlich und gefährlich werden; er liegt entweder in grö Ausdehnung so hoch, dass der Wasserstand darüber nicht g oder wenn die nöthige Fahrtiefe im Allgemeinen auch vorh ist, so treten doch zuweilen einzelne Köpfe, wenn auch ge geringer Ausdehnung über die Sohle vor. Die letztern sin die Schiffahrt besonders gefährlich, da gemeinhin über eine chen Felsbank, in Folge der starken Beschränkung des P eine heftige Strömung sich bildet, die im Wasser eine stark wegung erzeugt und aus diesem Grunde nicht mehr in der fläche das Aufwallen über den Felsköpfen sicher erkennen Ausserdem theilt sich die Geschwindigkeit des Wassers auc zu Thal fahrenden Schiffe mit, und beim Aufstossen des L ren gegen den Felsen pflegt die Wirkung so heftig zu sein, die Bohlen und Inhölzer, welche getroffen worden, sogleich chen. Von der Beseitigung der gewachsnen Felsen soll s die Rede sein; es muss indessen hier daran erinnert werden, man dieselben zuweilen durch Anlage von Wehren unsch macht, indem ein so hoher Wasserstand darüber erzeugt dass die Schiffe sie nicht mehr berühren.

Mit den einzelnen losen Steinblöcken oder gro Geschieben verhält es sich ähnlich, wie mit den Baumstäm In manchen Strombetten sind sie in grosser Menge im Sande Kiese vergraben, und bei jeder Veränderung des Fahrwa kommen andere zum Vorschein, die der Schiffahrt gefährlich und fortgeschafft werden müssen. Der Betrieb von Steinbr und der Transport der Bruchsteine giebt aber häufig Vera

, dass neue Steine in das Flussbette und in das Fahrwasser men. Oft werden die Steine in hohen Ufern neben dem me gebrochen, und hierbei geschieht es zuweilen, dass ein- Blöcke über das Ufer heraus in das Wasser rollen, auch en bei starkem Eisgange selbst grössere Steine vom Ufer hoben. Aus diesem Grunde ist es nothwendig, durch poli- che Maassregeln dafür zu sorgen, dass vor dem Eintritt des ers das Ufer, soweit das Hochwasser ansteigen kann, ge- nt wird. Am übelsten ist es aber, wenn die Schiffe, welche chsteine geladen haben, festfahren, und die Schiffer beim ge- en Werthe des Materials oder bei mangelhafter Controle in Abnahme der Steine lieber einige Blöcke über Bord, also in Fahrwasser werfen, als durch Ueberladen in leere Fahrzeuge, Schiffe soweit zu erleichtern, dass sie die untiefen Stellen siren können.

Demnächst geschieht es zuweilen, dass Schiffe im Fahr- ser versinken. Die Eigenthümer derselben wünschen häufig n recht kleinen Wasserstand abzuwarten, um die Ladungen die Schiffe selbst mit den geringsten Kosten herauszubringen. durch kann die Schiffahrt indessen sehr erschwert, oder auch ährdet werden. Es ist daher dringend nöthig, dass jedes iff, welches im eigentlichen Fahrwasser gesunken ist, ohne cksicht auf die Mehrkosten der Arbeit bei höherm Wasser, so- ich gehoben wird. Sollte der Besitzer sich hierzu nicht ver- n, oder ganz unzulängliche Maassregeln ergreifen, so muss Fortschaffung des Schiffes auf anderm Wege und gemeinhin ch die Strombauverwaltung erfolgen. Dieses geschieht indes- auf Kosten des Eigenthümers, indem auf Schiff und Ladung chlag gelegt wird, bis die Kosten zurückgezahlt sind.

Auch Anker und andere Gegenstände finden sich zuweilen Fahrwasser, und erschweren oder gefährden die Passage. einer gehörig eingerichteten Strompolizei wird jedesmal auf erste Anzeige über das Vorkommen solcher Schiffahrts-Hin- isse für deren Beseitigung gesorgt, und zwar geschieht dieses so schneller und mit Anwendung der kräftigsten Maassregeln, törender das Hinderniss ist.

Endlich werden manche Flüsse, besonders wenn sie sehr ht und im Sumpfboden eingeschnitten sind, während des Som-

mers durch einen starken Pflanzenwuchs gesperrt, welch die Schiffahrt gleichfalls behindert, und ausserdem eine n stärkere und schnellere Verlandung zur Folge hat. Besond geschieht dieses in solchen Bassins, wo die Strömung sehr mäs ist, oder wohl ganz aufhört. Daher ist die Beseitigung der Pfla zen, oder das sogenannte Krauten vorzugsweise in Kanäl nothwendig, um hier einer bedeutenden Erhöhung des Bettes v zubeugen, indem die Blätter und Ranken, wenn sie nicht entfe werden, und auf dem Boden liegen bleiben, in jedem Jahre e neue Schicht vegetabilischer Stoffe bilden.

Ich mache mit der Beschreibung der letzten Operation, mit der des Schneidens und Aushebens der Pflanzen d Anfang. Da die Wassertiefe in diesem Falle nie bedeutend sein pflegt, und gerade in den Sommermonaten, wenn die Ve tation am stärksten ist, die Arbeit vorgenommen werden m so geschieht dieselbe gewöhnlich in sehr einfacher Weise. Arbeiter gehen mit Sensen in das Bach oder Flussbette, oder den Kanal hinein, und mähen das Kraut in gleicher Weise u Wasser, wie sie dieses sonst im Felde thun. Das gelöste Kr das zunächst auf der Oberfläche schwimmt, wird aber mit lan Rechen ans Ufer gezogen.

In Masuren habe ich gesehn, dass man eine recht vollst dige Krautung der Bach-Betten durch eine Heerde von Pfer bewirkt, die möglichst schnell und zwar dicht gedrängt in Bache stromauf getrieben werden. Sie reissen beim starken T ben mit den Füssen die Stengel dicht über dem Boden ab, lösen sogar theilweise die Pflanzen zugleich mit ihren Wur Dieses Mittel wirkt zwar sehr schnell, es ist aber für die Pf höchst angreifend und sogar gefährlich: die schwächsten, nicht rasch genug die Ranken abreissen können, werden von sen so fest gehalten, als wären sie gebunden, und werden von den andern umgeworfen. Ausserdem muss das Bette festen sandigen Untergrund haben, weil der Widerstand selbst die Kräfte der stärksten Pferde übersteigen würde.

Zuweilen bedient man sich auch besondrer Apparate Schneiden der Pflanzen in den Kanälen und Flussbetten. B court schlug zu diesem Zwecke vor, einige Sicheln am u Ende einer vertikalen Axe zu befestigen, durch deren Dr

Sicheln in derselben Weise wie beim gewöhnlichen Mähen, Kraut abschneiden sollten. Dabei muss indessen noch eine ichtung zum regelmässigen Fortschieben der Axe angebracht Es ist mir nicht bekannt, ob jemals hiervon Gebrauch acht ist. In Frankreich findet die sogenannte Sense von enonville vielfache Anwendung. Ihre Benennung hat sie von Orte erhalten, wo sie zuerst gebraucht sein soll: sie wird sehr wirksam und bequem selbst bei grösserer Wassertiefe hmt. Ein eiserner Rahmen, bestehend aus zwei Stangen, unter einem Winkel von 60 Graden zusammengesetzt, und serdem in ihrer Mitte mit einander verbunden sind, tragen an n äussern Seiten zwei aufgeniethete Sensen-Blätter (Fig. 212 Taf. LI). Aus der Mitte des auf diese Art gebildeten gleichigen Dreiecks biegt sich die Eisenstange, woran der hölzerne l befestigt ist, rückwärts nach der Spitze, wo die beiden senblätter zusammenstossen. Der Stiel ist gegen die Ebne Rahmens unter dem Winkel von 36 Graden geneigt, und eine Länge von etwa 10 Fuss. Die beiden Sensenblätter fassen einen Raum von nahe 3 Fuss Breite.

Das Verfahren beim Schneiden ist dieses: man legt einen hm, oder ein Floss, dessen Länge nahe mit der Breite des nales übereinstimmt, quer über den letzten. Das Floss muss h beiden Ufern so weit nähern, dass es nur eben noch in deren chtung bequem fortgezogen werden kann. Auf beiden Ufern beden sich die Arbeiter, auch wohl die Pferde, die das Floss langn fortziehn, und zwar muss dieses gegen den Strom geschehn, mit die Sensen um so leichter die Stengel der Pflanzen treffen, d nicht etwa darüber fortgleiten. Das blosse Ziehn genügt essen noch nicht zum vollständigen Abschneiden des Krautes, n bei der grossen Beweglichkeit desselben weicht es zur Seite Sensen aus, wenn diese nur langsam und sanft bewegt werden. Apparat muss fortwährend vielmehr hin und hergestossen wer-, indem man ihn zurückschiebt und hierauf schnell anzieht. dem Prahm oder Floss müssen sich daher noch die Arbeiter nden, welche die Stiele der Sensen führen, und zwar müssen so nahe stehen, dass sie das ganze Kanalbette und zugleich Dossirungen unter dem Wasser umfassen. Beim Fortziehen Flosses erfolgt daher das Abschneiden gleich vollständig in

der ganzen Breite des Kanals. Auf diese Art ist die Arbeit selbst bei grösserer Tiefe leicht und sicher und mit geringen Kosten auszuführen. Bei einem Kanale von etwa 36 Fuss Breite im Wasserspiegel kostete die Räumung der laufenden Ruthe nur 1 Silbergroschen 3 Pfennige, und zwar einschliesslich des Aufziehens des abgeschnittenen Krautes. *)

In England hat man auf dem obern Theile des Witham-Flusses ein anderes Verfahren angewendet, wobei gleichfalls das Abschneiden der Pflanzen sehr schnell und mit geringen Kosten bewirkt werden soll. **) Man niethet nämlich ein Sensenblatt an das andere, bis die Schneide so lang wird, dass sie die ganze Breite des Flussbettes überspannt. An jedes Ende der Schneide ist eine eiserne Stange befestigt, die von einem Arbeiter getragen wird. An die untern Enden dieser Stangen sind aber Leinen gebunden, die auf jedem Ufer von vier Mann, und zwar gegen den Strom gezogen werden. Wenn für Ablösung der Mannschaft gesorgt ist, soll man an einem Tage nahe eine deutsche Meile lang das Flussbett auf diese Art reinigen können. Man muss aber die Schneide in der Mitte noch mit Gewichten beschweren, damit sie immer auf dem Grunde aufliegt.

Das Herausschaffen der theilweise oder beinahe ganz versandeten Baumstämme ist gemeinhin sehr schwierig, besonders wenn dieselben noch mit starken Aesten und Wurzeln versehen sind, womit sie tief in den Grund eingreifen.

Zunächst entsteht die Frage, wie der Stamm mit Sicherheit gefasst werden kann. Gewöhnlich bemüht man sich zu diesem Zwecke, eine Kette unter demselben hindurch zu ziehen, was aber, wenn der Stamm im Grunde liegt, nicht leicht ist, und erst nach manchen vergeblichen Versuchen zu gelingen pflegt. Die Stelle, wo man die Kette hindurchziehen will, muss zuerst ganz oder doch beinahe freigelegt werden, damit man mit Haken unter dem Stamme durchstossen kann. Man beginnt daher mit dem Forträumen des Sandes oder Kieses, wozu Handbagger, einfache Kratzapparate u. dergl. benutzt werden. Alsdann setzt man die Spitze eines Boots-Hakens in eines der letzten Glieder der Kette

*) *Annales des ponts et chaussées.* 1832. I. Seite 383.
**) *Civil Engineer and architect's Journal.* II. Seite 398.

össt den Haken in möglichst schräger Richtung unter den , indem man sich bemüht, durch fortgesetztes Drehen ihn t zu treiben, dass er bis über die Mittellinie des Baumes reicht. Auf der gegenüberliegenden Seite muss besonders ht tiefer und freier Raum vorher gebildet sein, da von hier it einem zweiten Haken die Kette gesucht werden soll. sie gefunden ist und der zweite Haken eines der Glieder t hat, kann man die Kette vollends hindurchziehn. Wie kommen diese Methode auch ist, indem sie in einem sehr ern Probiren besteht, so führt sie doch fast jedesmal zum Ziele, besonders, wenn der Stamm nicht tief unter er liegt, und die Arbeiter bereits einige Uebung erlangt

Bei Darstellung des neuen Bettes für den Allier benutzte nortes *) statt des ersten Hakens ein Werkzeug, das einer en gekrümmten Nadel nicht unähnlich ist. Dieselbe Vor- ng hat man auch auf der Elbe angewendet. **) Fig. 213 den Apparat. Er besteht in einer 6 bis 8 Fuss langen mmten eisernen Stange von 9 Linien Stärke, deren hintres an einem hölzernen Stiele befestigt ist. Vorn ist die Stange chärft und mit einer Oese versehn, durch welche ein finger- s Seil gezogen wird. Sobald man dieses von der andern mit dem Haken fassen kann, wird das eine Ende desselben zogen, die Kette daran befestigt, und indem man das andre zurückzieht, schlingt man nicht nur die Kette um den n, sondern bringt auch zugleich die Nadel wieder heraus. Die Methode stimmt mit derjenigen überein, die Bonvoux im ge dieses Jahrhunderts anwandte, um unter einem in der ung der Loire gesunknen Schiffe mehrere starke Taue hin- zuziehen. ***) Eine eiserne Nadel im Kreisbogen gekrümmt, 1 Zoll 2 Linien Stärke und 36 Fuss Länge war durch meh- Speichen an eine horizontale Axe befestigt. Letztere ruhte

*) *Déscription du nouveau pont à Moulins.* 1771. Seite 16.

**) Die ganze daselbst angewendete Methode zum Fassen und He- ler Baumstämme ist vom Bau-Inspector Stelling sehr ausführlich elle's Journal für die Baukunst I. Seite 147 ff. beschrieben.

***) *Mémoires des savans étrangers.* Tom. V.

auf einem Gerüste in angemessner Höhe zur Seite des Schi
Die Nadel, die sonach die Felge eines unvollständigen Rade
dete, wurde durch eine Menge Arbeiter in den Grund gesto
indem sie theils unmittelbar geschoben und herabgedrückt,
aber durch Aufschlagen auf das Ende der Nadel und auf
Speichen bewegt wurde. Sobald aber eine Speiche nach de
dern tiefer in den Grund drang, oder vollends sich dem Sc
körper näherte, wurde sie gelöst und beseitigt, und das
Ende der Nadel erschien endlich auf der andern Seite des Sc
Die Leine, die auch hier an der Spitze der Nadel befestigt
diente wieder nur zum Anstecken und Durchziehen des sch
Taues, woran das Schiff gehoben wurde.

Man kann die Zug-Kette in vielen Fällen weit bequeme
ganz sicher an den zu hebenden Baumstamm befestigen,
man in den letzten eine starke Holzschraube einsch
oder auch einen starken Bolzen mit Widerhaken eintreib
beiden Fällen muss indessen der Stiel, woran man entwed
Schraube dreht, oder auf dessen Kopf man mit dem H
schlägt, bis über das Wasser und sogar bis über den Ra
Fahrzeuge heraufreichen, auf welchen sich die Arbeiter be
Es liesse sich freilich leicht die Einrichtung treffen, da
Stiel gelöst werden könnte, sobald die gehörige Befestigu
folgt wäre: derselbe müsste indessen auch in diesem Fa
Spitze ganz sicher fassen, damit diese tief in das Holz e
gen, und nicht etwa eine sehr schräge Richtung geg
Oberfläche des Stammes annehmen könnte. Aus diesem
ist es viel sichrer, den Stiel und die Spitze aus einem
darzustellen.

An das obere Ende des Stiels lässt sich die Kette nic
lich befestigen, weil man nicht hoffen darf, die Schraub
den Bolzen gerade in der Richtung des Zuges einzutreiben
auch gemeinhin veränderlich ist, indem der Baumstamm be
sen und Heben bald auf der einen und bald auf der ande
stärkern Widerstand findet. Wenn aber die Richtung des
nicht mehr mit der Stellung der Eisenstange übereinstim
wird diese verbogen, und zwar um so leichter, je meh
von einander abweichen. Hiernach ist es nöthig, die Ke
mittelbar neben dem Stamme zu befestigen, und hierzu dür

ig. 214 dargestellte Einrichtung besonders empfehlen. Die
abe oder der Bolzen trägt nämlich unmittelbar über sich
starken Kopf, gegen welchen sich eine gebogne Eisenplatte
die das erste Glied der Kette bildet. Bei Anwendung der
abe erreicht man hierdurch noch den Vortheil, dass die Kette
n Drehungen nicht Theil nimmt, und auch später an die-
Seite des Stieles zugezogen werden kann, wo sie mit dem-
am wenigsten in Berührung kommt. Die in der Figur dar-
lte Oese dient zur Aufnahme eines Hebels, womit man die
ube dreht; bei Benutzung eines mit Widerhaken versehenen
as ist die Oese entbehrlich und ein starker Kopf ihr vorzuziehn.
Nachdem die Kette auf die eine oder die andere Art am
me befestigt ist, so kommt es darauf an, den letzten zu he-
Die mechanische Vorrichtung, deren man sich dabei bedient,
gemeinhin auf zwei Fahrzeugen, die durch übergelegte Bal-
nit einander so verbunden sind, dass ein Zwischenraum von
10 Fuss frei bleibt, man pflegt auch zwei Windevorrich-
gen, die eine am vordern und die andere am hintern Ende
Schiffe anzubringen, um den Stamm sicher heben und schwe-
halten zu können. Gewöhnlich ist man gezwungen, den
n Apparat mit möglichst wenig Anlagekosten zusammenzu-
n, und man stellt alsdann eine sehr einfache Windevorrich-
dar, indem man ein möglichst gerades Stück Rundholz quer
beide Fahrzeuge legt, an dasselbe die Kette befestigt und
lst starker Arme die Winde dreht. Ein solcher Arm kann
in seltnen Fällen, und zwar nur wenn er nahe horizontal ge-
t ist, von mehreren Arbeitern gefasst und kräftig angezogen
en. Man bindet daher an sein äusseres Ende ein Tau, durch
hes die Kraft der Arbeiter auf den Hebelsarm übertragen
, sobald letzterer sich der senkrechten Stellung nähert. Aber
dieses Mittel zeigt sich in den meisten Fällen ganz unzu-
end, und man sieht sich oft gezwungen, an dem Arme sogar
Flaschenzug anzubringen, um ihn schärfer anziehn zu kön-
Auf diese Weise pflegt man freilich endlich den Baum zu
n, aber dieses geschieht so langsam und mit so vielfachen
anhaltenden Unterbrechungen, dass man bei häufiger Wieder-
g derselben Arbeit nur wünschen kann, schneller zum Ziele
ommen.

An der Elbe wurde deshalb, wie auch sonst schon g
eine Schraubenvorrichtung benutzt, die den gross
theil gewährt, dass die Arbeit immer beliebig unterbrochen
kann, ohne dass man besorgen darf, dass der Baum wiede
sinken möchte. Bei hölzernen Schrauben ist indessen die
sehr gross, besonders wenn sie quellen, oder sich werfen
wurden eiserne Schrauben mit metallnen Muttern gewählt,
tere waren mit horizontalen Axen versehn, worauf der
Sattel ruhte. Die Spindeln waren 4 Fuss lang, 3 Z
und hatten vierseitige prismatische Köpfe, worauf vier
Kreuz-Arme gesteckt werden konnten. Ein Paar solcher
ben stand vorn, und eins hinten auf den mit einander ver
Schiffen. Jedes Paar trug auf den Schraubenmuttern ein
ken hölzernen Sattel, woran die Zug-Ketten befestigt
Wenn der Sattel aber bis ans obere Ende der Schrauben
gehoben war, während der Stamm noch zum Theil im
steckte, oder wenigstens noch nicht die gehörige Höhe
hatte, so legte man zu beiden Seiten der Kette, und zw
lichst nahe, zwei starke Unterlagen, steckte einen Bolz
das nächste Kettenglied, und drehte die Schrauben zur
der Bolzen von den Unterlagen gehörig gestützt wurde.
konnte man die Kette von dem Sattel lösen, und nach
Schrauben ganz zurückgedreht und die Muttern wieder
tiefsten Stand gebracht waren, die Kette von Neuem
an einer tieferen Stelle befestigen, und die Hebung des
weiter fortsetzen. Dieser Apparat zeigte sich sehr wirks
Einrichtungskosten waren aber freilich auch viel bedeuten
sie sonst zu sein pflegen.

Eine noch vollständigere Einrichtung zum Ausheben
Strome befindlichen Baumstämme, und zwar derjenigen,
vom Wasser bedeckt sind und mit ihren Wurzeln im S
gen (Snags, §. 56) ist auf den Nord-Amerikanischen
im Gebrauche.*) Die dabei benutzten Fahrzeuge heisse
boots. Sie bestehn aus zwei mit einander fest verbunden
fen Der Zwischenraum zwischen beiden ist nur ein

*) *Stevenson sketch of the civil Engineering of North-*
London 1838. Seite 110.

geöffnet. Eine auf das gemeinschaftliche Deck gestellte mpfmaschine treibt theils ein Paar Ruderräder, um die ffe mit Leichtigkeit nach jedem Stamme zu bringen, den man n will, theils auch eine kräftige Windevorrichtung, die in der des Deckes sich befindet. Um einen Stamm zu heben, legt die Schiffe oberhalb desselben vor Anker und setzt die Rad- ausser Verbindung mit der Maschine. Man lässt das An- n langsam auslaufen und giert zugleich mit Hülfe beider rruder so weit, bis die Winde sich genau über dem Stamme let. Letzterer wird nun mit der Zange gefasst, die am Ende Zugkette befestigt ist, und hierauf setzt man die Windevor- tung mit der Dampfmaschine in Verbindung. Auf diese Art der Stamm gehoben, und sobald er theilweise über dem Deck befindet, gleich in kleine Stücke zersägt, die man wieder in Strom wirft und forttreiben lässt.

Bei der geringen Fahrtiefe unsrer Ströme, darf man nicht n, die einzelnen Stücke der ausgehobnen Stämme schwim- zu lassen, da sie der Schiffahrt auf's Neue gefährlich wer- könnten; auch ist das Holz bei uns nicht so werthlos, dass solches Verfahren sich rechtfertigen würde. Die Mühe des ebens ist, nachdem die Stämme vollständig gelöst sind, in meisten Fällen auch nicht von Bedeutung.

Mittelst der beschriebnen Winde- oder Schraubenvorrichtun- wird der Stamm gemeinhin nicht ganz aus dem Wasser ge- n, was bei der geringen Bordhöhe der gewöhnlichen Fluss- fe auch nicht leicht wäre: er wird also nur aus dem Grunde st und schwebt über demselben, so dass er ungefähr eben so eintaucht als die Schiffe. Letztere führt man alsdann an eine ende Stelle von geringer Wassertiefe neben dem Ufer. Der m wird hier auf den Grund niedergelassen und gemeinhin lst einer auf dem Ufer aufgestellten Erdwinde vollends auf Land gezogen. In Ermangelung einer Erdwinde kann auch die Hebelvorrichtung benutzen, die Fig. 215 dargestellt welche in Steinbrüchen häufig Anwendung findet. An einen mstamm oder fest eingegrabnen Pfahl wird ein starker Hebel, nach Umständen 20 bis 30 Fuss lang ist, mittelst einer Kette stigt. Derselbe ist auf jeder Seite der Kette, etwa im Ab- de von 2 Fuss, mit einem eisernen Haken versehn, auf wel-

chen man abwechselnd die passenden Glieder der Zugk
legt. Am Ende des längern Hebelarmes steht die Ma
welche sowohl beim Hin- als Rückgange den Hebel zwis
Punkten A und B schiebt oder zieht. Die Figur stellt
richtung in dem Momente vor, dass der Hebel eben von
A bewegt ist, und die Zugkette muss jetzt auf den äus
ken gelegt werden, damit die Mannschaft beim Rückga
B den Stamm auf's Neue weiter ziehen kann. Bei stei
würde dieser Apparat freilich nicht anwendbar sein,
Stamm alsdann in der Zwischenzeit, oder während des
der Kette nicht gehörig gehalten würde, und zurückrolle
man hat indessen fast jedesmal Gelegenheit, eine passe
stelle in der Nähe zum Aufziehn des Holzes auszusuc
man muss selbst bei Benutzung der Erdwinde die Wah
fen, dass man es vermeidet, den Stamm stellenweise bei
tikal zu heben. Das Aufziehen wird in vielen Fällen sel
tert, wenn man ein Paar Lagerhölzer als Bahnen auf
streckt, über welche der Stamm fortgezogen wird.

Einzelne Steine im Fahrwasser werden nahe in
Art, wie Baumstämme gehoben. Ein Unterschied zwisch
Verfahrungsarten beruht nur darauf, dass die geringe
Ausdehnung des Steines das Durchziehn der Kette im
erschwert, und in den meisten Fällen ganz unmöglich m
unregelmässige Form bietet dagegen häufig Gelegenheit,
oder die Kette seitwärts umzuschlingen, und den Stei
zu fassen. Beim weitern Verfolg der Arbeit bietet auch
ziehn der Steine auf das Ufer gemeinhin viel grössere S
keiten, als das Aufschleppen der Baumstämme, man beg
daher häufig, die Steine nur aus dem Fahrwasser, nicht
dem Flussbette zu bringen. Man hebt sie so hoch, dass
tiefer, als die Schiffe eintauchen: sie bleiben unter Wasser
folglich leichter zu halten, als wenn sie ganz herausgezog
Die Schiffe werden hierauf an irgend eine Stelle des Strome
die entweder überflüssige Tiefe hat, oder die so weit
liegt, dass eine zufällige Verlegung des Fahrwassers i
nicht besorgt werden darf. Hier lässt man die Steine f
den Kolken vor den Buhnenköpfen finden sie besonders
passende Stelle, weil sie daselbst zugleich zur Siche

dienen: häufig bringt man sie in die Intervalle zwischen hnen, man zieht sie aber nur in dem Falle auf das Ufer, as Steinmaterial bedeutenden Werth hat.

manchen Fällen gelingt es auch, die Steine aus dem Fahr- zu schaffen, ohne dass man sie heben darf. Dieses geschieht, man unmittelbar daneben durch Baggern tiefe Löcher in welche die Steine von selbst herabsinken. Wie und bequem dieses Mittel indessen auch zu sein scheint, t es doch häufig gar nicht, oder nur sehr unvollständig wecke. Die Löcher werden nämlich, bevor sie die ge- Tiefe haben, vom Strome wieder zugeworfen, oder der Stein eses selbst, sobald er zu sinken anfängt, und senkt sich so wenig, dass man die ganze Operation wiederholentlich uem anfangen muss.

nd die Steine, die man beseitigen will, von kleineren Di- nen, also nur etwa einen Cubikfuss gross, so macht das derselben weniger Mühe, und man sammelt sie daher einen em andern in den Fahrzeugen, welche den Apparat tragen, ingt sie später in grösserer Menge auf einmal an das Ufer. enn man, wie gewöhnlich, die Steine aus dem Grunde he- ler auch nur aus dem Fahrwasser bringen will, so müssen rher auf irgend eine Weise gefasst werden. Bei kleinem rstande, wenn die Arbeiter bis zur Sohle des Flussbettes n Händen langen können, glückt es jedesmal nach einigen hen, die Zugkette am Steine zu befestigen. Dabei man wieder den Sand oder Kies ringsumher mittelst Hand- n etwas zu beseitigen, damit man die Kette unterhalb des n horizontalen Durchschnitts des Steines umschlagen kann. muss beim Aufräumen des Grundes aber vorsichtig sein, n der Stein bei seiner verhältnissmässig geringen Länge einem grossen specifischen Gewichte sogleich tiefer einsinkt, e Sandmasse darunter nicht mehr die erforderliche Ausdeh- hat. Die Arbeit wird aber immer um so mühsamer, je tie- r Stein unter Wasser liegt. Die Zugkette ist gewöhnlich de mit einem Ringe versehn. Durch diesen zieht man die hindurch und bildet auf solche Art eine Schlinge, die man um den Stein herumwirft, und alsdann möglichst scharf . Wenn man nunmehr die Kette mittelst der Windevor-

richtung hebt, so kann man wohl den Stein etwas bewegen, meinhin auch kanten, aber nachdem dieses geschehn ist, die Kette sich zu lösen, und unter dem Steine sich hindur ziehn, so dass der Stein auf's Neue gefasst werden muss. theilhafter ist es, die erwähnte Schlinge dem Ringe oder der kette gegenüber noch zum zweiten Male zu fassen. Diese schieht am leichtesten, wenn man eine zweite jedoch nur Kette benutzt, die an jedem Ende mit einem Haken verseh Der obere Haken dient zum Anstecken an die Zugkette, mi unteren dagegen muss die um den Stein gelegte Schlinge g werden, nachdem sie schon scharf angezogen, und zum Th den Grund eingesunken ist. Diese Arbeit wird sehr erlei wenn der letzte Haken etwa 1 Fuss lang, oder nach Umst auch noch länger ist. Wenn er aus zähem Eisen besteh kann er sich etwas biegen, und ungefähr die Form anne die dem Zuge entspricht, ohne zu brechen. Hakt man das Ende der zweiten Kette in die Hauptkette, so ist der Stein g zeitig auf zwei entgegengesetzten Seiten gefasst und sonach vollständiger unterstützt. Sobald er etwas gelüftet ist, tritt fr wieder die Gefahr ein, dass er noch kanten und herabfallen mi weil er nicht leicht so gefasst wird, dass sein Schwerpunkt g zwischen beiden Ketten liegt. Man kann indessen durch Zieh einigen Bootshaken oder durch Herabdrücken der leichtern I des Steines das Gleichgewicht so lange erhalten, bis man mi andrer Ketten oder Tau, die sich später leicht hindurchziehn sen, den Stein ganz sicher unterstützt hat. Wenn man statt zwei der beschriebnen Hülfsketten an die Schlinge und Zug befestigt, so kann man sehr sicher erwarten, dass der Schwer zwischen den drei Unterstützungspunkten der Schlinge liegen und diese wird dadurch auch so vollständig gespannt, da nicht leicht abgleiten kann. Diese Methode ist wegen Sicherheit, nnd ausserdem auch insofern besonders zu empf als man auf die Erhaltung des Gleichgewichts und auf da nere Abfangen des Steines keine weitere Mühe verwenden d

Man kann die erwähnten Hülfsketten auch gleich Hauptzugkette schmieden lassen, und man braucht sich dabei auf zwei derselben zu beschränken, sondern man kann dere nehmen, wodurch der Apparat sowohl für grössere als für k

brauchbar wird. Sollte es hierbei vorkommen, dass die Hülfskette gar nicht gebraucht und zum Theil sogar durch Ring hindurchgezogen wird, der die Schlinge bildet; so ist ohne Nachtheil und stört keineswegs die Wirksamkeit der Ketten. Hierbei wird das mühsame Einhaken der Hülfs- in die Schlinge entbehrlich, man braucht sie nur, nachdem Schlinge scharf zugezogen ist, an der passenden Stelle der kette zu befestigen. Dabei wird noch der grosse Vortheil er-, dass die Arbeiter nicht im Wasser stehen dürfen und alle Ver-ngen von dem Schiffe oder der Rüstung aus vornehmen können.

Die Benutzungs-Art einer solchen Kette ist diese. Der wird zuerst durch Baggern rings umher so weit frei gelegt, die Schlinge unter den grössten horizontalen Querschnitt, sich also nicht mehr über den Stein ziehn kann. Als- bildet man die Schlinge, indem die Hauptkette mit den ketten durch den Ring gezogen wird. Man legt sie darauf den Stein, und zwar geschieht dieses, indem sie an allen er- Ketten gehalten und herabgelassen wird. Nachdem man schon vorher mit der Spitze eines Boots-Hakens dasjenige glied, welches in den Ring greift, gefasst hatte, zieht man Hauptkette an und drückt den Boots-Haken herab. Hierdurch ein starker Schluss der Schlinge bewirkt. Die Hülfsketten, sie nicht durch den Ring gedrungen sind, werden nun in Zugkette eingehakt, so dass sie sämmtlich ungefähr die nung der Hauptkette haben. Wenn man alsdann die Winde-richtung in Bewegung setzt, so ist ein Ausweichen oder Her-llen des Steines nach einer Seite nicht leicht möglich. Das kann in der That nur noch in dem Falle misslingen, wenn Schlinge nicht tief genug angelegt worden ist und sich über Stein zieht. Fig. 216 zeigt die Verbindung der Ketten mit Bootshaken, der zum Festziehn der Schlinge gedient hat.

Diese Verbindung der Ketten ist dem Steinkorbe einiger-sen ähnlich. Letzterer verdient wegen seiner grossen Bequem-keit und Sicherheit beim Heben von Bruchsteinen eine ausführ-e Beschreibung, und dieses um so mehr, da er wenig bekannt Sein eigentlicher Zweck ist freilich nicht sowohl das Fassen Steine unter Wasser, als solcher, die in Schiffen verladen l, oder sich bereits am Ufer befinden. Nichts desto weniger

kann er ohne Zweifel auch unter Wasser sehr vortheilhaft
gewendet werden. Beim Gebrauch über Wasser zeichnet er
aber unter allen sonstigen Apparaten durch grosse Bequemlich
und vollkommne Sicherheit aus. Namentlich beim Ausladen gro
Bruchsteine aus Schiffen ist er unübertrefflich, da er im beschr
testen Raume und bei jeder Form der Steine, sich immer l
umschlagen lässt, und diese in ihm so sicher liegen, dass
Herabfallen, was höchst gefährlich wäre, bei der geringsten
merksamkeit unmöglich wird.

Der Steinkorb besteht aus der Fig. 217 *a* dargestellten
bindung von Ketten. In das mittlere Quadrat ist ein Kreuz
gesetzt, damit auch kleinere Steine nicht hindurchfallen kön
Will man einen Stein heben, so zieht man zwei neben eina
befindliche Ketten des Korbes um den Stein herum, und nach
dieses geschehn, steckt man die beiden grössern Ringe, die
an ihren Enden befinden, auf den Haken des Hebezeuges,
Fig. 217 *b* zeigt. Hierbei ist allerdings Aufmerksamkeit
Ueberlegung erforderlich, weil diese Ketten über den Stein s
pfen können, und derselbe alsdann nicht in den Korb rollen w
Die erwähnten Ketten müssen, wenn man sie nicht unter
Steine hindurch ziehen kann, sich doch gegen vortretende E
oder Buckel lehnen, damit sie beim Anziehn des Flaschenz
den Stein heben, so dass er kantet und in die Mitte des K
fällt. Dieses gelingt aber jedesmal, wenn die Arbeiter nur e
Uebung haben, und zwar geschieht es so sicher, dass gar
vergebliche Versuche gemacht werden dürfen. Nachdem die
den Ketten eingehakt sind, breitet man den eigentlichen
oder den mittleren Theil der Kettenverbindung gehörig aus,
die Figur zeigt, und steckt zugleich die Ringe an den Ende
beiden letzten Ketten auf denselben Haken des Hebezeuges,
einen zweiten, der jedoch gleichmässig mit dem ersten ge
werden muss. Die beiden letzten Ketten, die in der Figur b
schlaff herabhängen, zieht der Arbeiter so weit zurück, dass
Korb ganz ausgebreitet auf dem Boden liegen bleibt. Sobald
das Hebezeug in Bewegung gesetzt wird, spannen sich die
beiden Ketten immer mehr, und heben den Stein an der
Seite. Die nächste Verbindungskette des mittlern Theiles,
die eine Seite des Quadrates wird dabei aber gleichfalls

zogen, und verhindert ein Zurückweichen des Steins. Letz- kann also keine andere Bewegung machen, als dass er sich dieser Verbindungskette wie um eine feste Axe dreht, und ei rollt oder kantet er rückwärts in den eigentlichen Korb n. Die beiden andern Ketten werden, sobald dieses geschieht, nfalls steif angezogen und verhindern sonach ein zu weites ckrollen. Der Stein legt sich in Folge der gleichen Länge Ketten in die Mitte des Korbes und ist nunmehr vollständig stützt, wie Fig. 217 *c* zeigt. Ich habe auf diese Art mehrere rt Schachtruthen Steine heben lassen, deren jeder die Grösse 3 bis 20 Cubikfuss hatte, und niemals ist einer derselben gefallen, auch erfolgte das Umlegen des Korbes so schnell, es immer in derselben Zeit geschehn war, in welcher der Block des Flaschenzuges herabgezogen wurde. Die klei- teine wurden dabei aber nicht einzeln gefasst, sondern man die Ketten in der Art um sie, dass gleichzeitig zwei bis lerselben in den Korb fielen.

Vill man mit diesem Apparate Steine heben, die unter Wasser , und zum Theil im Grunde stecken, so muss man zuerst and rings umher so weit beseitigen, dass der grösste hori- e Querschnitt des Steines blossgelegt ist. Man zieht alsdann zwei Ketten des Korbes um den Stein und verfährt auf e Weise, wie eben beschrieben. Hierbei ist indessen die r weit grösser, dass die Ketten über den Stein schlüpfen en, ohne ihn in den Korb zu werfen, da man einerseits rtretenden Ecken nicht so genau bemerken und die Ketten lehnen kann, wie an Steinen, die grösstentheils sichtbar und glich sind; andrerseits ziehn sich aber auch die ersten n um so leichter seitwärts fort, je länger sie sind, und es egen der bequemern Arbeit sehr vortheilhaft, in diesem Falle Korb mit längern Ketten zu versehn. Der letzte Uebelstand sich indessen dadurch leicht beseitigen, dass man über jene n ersten Ketten einen grossen Ring zieht, und denselben chst tief herabschiebt, wodurch die langen Ketten verhindert n, sich so weit auseinander zu ziehn, dass der Stein zwischen hindurchfallen könnte. Es ist mir nicht bekannt, dass man Steinkorb zum Fassen der Steine unter Wasser schon benutzt nichts desto weniger vermuthe ich, dass er bei Anwendung

der letzterwähnten Vorsichtsmaassregel auch zu diesem Zw sehr brauchbar, und sogar bequemer als die früher ange Kettenverbindung sein dürfte.

Kleinere Steine, besonders wenn sie auf sandigem B liegen, lassen sich leicht mit dem gabelförmigen Haken Fig. fassen und aus dem Wasser heben. Dieser Haken hat zwei drei Zinken, und zwar befinden sich dieselben in einer E welche der Stiel unter einem Winkel von etwa 70 Graden schn Der Arbeiter legt das Ende des Stieles auf die Schulter und müht sich, durch starkes Herabdrücken die Zinken unter den zu bringen. Sobald dieses gelungen ist, richtet er den Stiel s recht und hebt den Stein, der auf den Zinken ruht, aus Wasser. Die Anwendung dieses Instrumentes lässt sich auch dadurch erleichtern, dass man an das untere Ende des Stiel Tau bindet, das ein zweiter Arbeiter, während der Stein ge wird, sehr schräge anzieht. Auch das Heben kann hierd etwas erleichtert werden.

Zum Fassen der grössern Steine unter Wasser und zum heben derselben dient vorzugsweise die Steinzange; wenn selbe an jedem Arme mit mehrern Zinken versehn ist, nennt sie die Teufelsklaue. In derselben Art, wie die Zinken eben beschriebnen Hakens von einer Seite unter den Stein schoben werden, dringen die Arme der Steinzange von b Seiten gleichzeitig ein, und wenn sie den Stein auch nicht ständig umschliessen, so greifen sie wenigstens seitwärts g die untere Hälfte desselben, so dass sie ihn hinreichend u stützen. Beide Arme sind durch ein Charnier verbunden und b sonach eine Zange, welche, wenn sie scharf geschlossen auch den Stein gehörig festhält. Bevor man indessen die Z einsetzt, muss man, soviel wie möglich, den Stein durch Bag frei legen, um ihn theils recht tief fassen zu können, theils auch um den Widerstand zu vermindern, den er seitwärts Sande oder Kies erfährt.

Die Steinzange hat immer zwei Arme. Man hat zwar vorgeschlagen, ihr deren mehrere zu geben, damit sie den um so sichrer halten kann, sie wird aber dadurch viel compli und ihr Gebrauch weniger bequem. Beide Arme oder wenig einer derselben muss mit einem langen Stiele versehn sein,

ber Wasser reicht, damit man die Zange gehörig an den Stein sen kann. Die Art, wie die Zange geschlossen wird, ist sehr hieden, und hiervon hängt vorzugsweise ihre Wirksamkeit ab. Fig. 219 *a* zeigt eine Steinzange, welche durch eine äussere ft geschlossen wird. Beide Arme sind mit hölzernen n versehn, die über Wasser reichen. Sie dienen zum Oeffnen Schliessen der Zange, so wie auch zum Ansetzen desselben n zu hebenden Stein Im Charnier kreuzen sich beide Arme, n sie hier zu breiten Platten ausgeschmiedet neben einander greifen. Ein starker Bügel umfasst beide, und ein durchckter Bolzen, der durch ein Splind gesichert ist, verbindet Arme mit dem Bügel. Am letztern ist die Kette befestigt, n die Zange hängt, und womit sie zugleich mit dem Steine en wird. Die untern Theile der Arme, welche den Stein n, sind gabelförmig gespalten, wie Fig. 219 *b* zeigt, und n gewöhnlich an der einen Seite zwei, an der andern drei en, die in einander greifen. An den obern Enden der hölen Stiele sind die beiden Blöcke eines Flaschenzuges befestigt, zum sichern Schliessen der Zange dient, wenn der Stein st ist und gehoben werden soll.

Der Gebrauch dieser Zange ist, soweit ihr Gewicht es zulässt, gerade unbequem, nichts desto weniger verdienen andre Einungen dennoch den Vorzug, indem dabei die Steine sichrer st werden. Gemeinhin wird diese Zange in so grossen nsionen ausgeführt, dass sie in dem aus Schmiedeeisen behden Theile schon 10 bis 15 Centner wiegt. Hierzu kommt das Gewicht der Stiele, die in diesem Falle 6 bis 8 Zoll sein müssen, weil sie sonst beim Schliessen der Zange en würden. Der Apparat wird dadurch so schwer, dass man nicht mehr mit Leichtigkeit gebrauchen kann, und namentlich Gefühl, welches bei Anwendung kleinerer Zangen das richtige greifen sehr sicher beurtheilen lässt, ganz verschwindet. Dieses er Grund, weshalb die grossen Zangen schwer anzusetzen und erst nach vielfachen Versuchen einen Stein wirklich n und heben. Hierzu kommt noch der andre Uebelstand, sie durch ihr eignes Gewicht jedesmal die zu hebende Last tend vergrössern und zwar gemeinhin so stark, dass diese als verdoppelt wird, denn nicht leicht wird man mit solcher

Zange einen Stein heben, der so schwer, als sie selbst, wäre. Hiernach ist wieder die Anwendung eines sehr kräftigen Hebezeugs erforderlich, und die Aufstellung desselben wird besonders schwierig, wenn man, wie oft geschieht, nur ein Fahrzeug benutzt, das also mit einem übergreifenden Krahn versehn und stark mit Ballast beschwert sein muss, weil es sich sonst zu weit überneigen würde, sobald der Stein gehoben wird.

Gewöhnlich giebt man den Steinzangen eine solche Einrichtung, dass sie sich beim Heben von selbst schliessen, indem das Tau oder die Kette, woran sie hängen, schon den Schluss bewirkt. Hieraus entspringt der Vortheil, dass der Flaschenzug am äussern Ende der beiden Arme entbehrt werden kann, und überdies die Kraft, womit die Zange geschlossen gehalten wird, vom Gewichte des gefassten Steines abhängt. Dagegen entspringt hieraus der Nachtheil, dass schon die Zange die Tendenz hat, sich von selbst zu schliessen, und dadurch namentlich bei schweren Zangen das Einsetzen an den Stein sehr mühsam, und häufig nur dadurch möglich wird, dass man zwei verschiedne Hebezeuge einrichtet, von denen das eine während des Herablassens und Einsetzens und das andre während des Hebens benutzt wird.

Die eben erwähnte grosse Teufelsklaue wird häufig und vielleicht in den meisten Fällen *) in der Art aufgehängt, wie Fig. 220 zeigt. Die beiden Ketten, welche vom untern Blocke des Flaschenzuges nach beiden Armen schräge herabgehn, üben auf letztere einen starken Seitendruck aus und schliessen dadurch die Zange. Wenn dieses daher allein auf solche Art unterstützt ist, so kann sie nur mit grosser Mühe geöffnet werden, sobald sie den Stein fassen soll, und zwar geschieht dieses, indem die beiden Stücke mittelst der daran befestigten Taue herabgezogen werden. Dabei tritt indessen noch ein andrer Uebelstand ein, der das Einsetzen ausserordentlich erschwert: die Axe, in welcher beide Arme verbunden sind, hebt sich, sobald man die Zange öffnet, und senkt sich, sobald man sie schliesst. Will man sonach die Zange zum Eingriff bringen, so darf man nicht allein die Arme bewegen, sondern gleichzeitig, und zwar dieser Bewegung ganz entsprechend,

---

*) Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst von Gilly und Eytelwein. Heft I. Seite 61.

auch das Hebezeug in Wirksamkeit gesetzt werden. Dieses er sehr schwierig und wegen der doppelten Bemannung, die erforderlich wäre, zugleich so kostbar, dass man es vorzieht, einem zweiten Hebezeuge den oben erwähnten Bügel am ier der Zange zu fassen, und das in jenem Flaschenzuge schorne Tau während des Einsetzens der Zange schlaff ziehn.

Es entsteht hierbei aber die Frage, ob die in Fig. 220 darllte Anordnung dem beabsichtigten Zwecke vollständig entnt und die Zange wirklich mit der erforderlichen Kraft gessen wird. Die Kraft, mit welcher die beiden untern Enden Arme *A* (Fig. 221) einander genähert werden, bedingt die ang gegen den Stein, und sonach die Sicherheit, womit dergefasst wird. Diese Kraft verhält sich zu der ähnlichen ttelbar von den Ketten ausgeübten Kraft zwischen *B* und *B*, *FC* zu *CG*. Dieses Verhältniss ist nicht nur von der Länge Hebelsarme, sondern auch von der Krümmung derselben abig und bei jeder verschiednen Oeffnung der Zange verschieden, ern der Winkel *FCB* dem Winkel *ACG* nicht gleich ist. will indessen hierauf nicht weiter Rücksicht nehmen, und nur Kraft untersuchen, womit die beiden Punkte *B* und *B* durch Spannung der Kette gegeneinander gedrückt werden.

Bezeichnet *M* das Gewicht der Zange mit Einschluss des es und zwar mit Rücksicht auf die Eintauchung desselben s Wasser, also die im Punkt *E* vertikal aufwärts wirkende t, *S* die Spannung jeder Kette, und β den Winkel, welchen etztern mit dem Lothe machen (also $BEF = \beta$); so findet *k*, oder diejenige Kraft, womit die Befestigungs-Punkte der sich zu nähern streben:

$$\tfrac{1}{2} M = s \,.\, Cos\, \beta$$

$$k = s \,.\, sin\, \beta$$

$$\text{also } k = \tfrac{1}{2} M\, tgt\, \beta$$

Es wäre sonach vortheilhaft, die Ketten sehr stark vom Lothe chen zu lassen, so dass sie sich sogar der horizontalen ung näherten. Wenn β gleich $63\tfrac{1}{2}$ Graden wird, oder die n Ketten unter einem Winkel von 127 Graden divergiren, so gleich *M*. Wenn die Richtungen der beiden Ketten aber mehr divergiren, so wird *k* grösser als *M* und kann sogar

in jedem beliebigen Verhältnisse das Gewicht M übertreffen. der Wirklichkeit lässt sich dieses indessen nicht erreichen die Ketten so lang sein müssen, dass sie jede erforderliche nung der Zange gestatten. Dazu kommt auch noch, das Hebelarme BC gewöhnlich sehr kurz ausfallen, während di ten selbst fast immer so lang gewählt werden, dass ihr V dungs-Punkt über Wasser liegt. Sonach bleibt k gemeinhi kleiner als M, und das Verhältniss stellt sich noch ungü heraus, wenn man die Punkte A untersucht. In den Fällen, welche beim Gebrauche solcher Zangen vorkommen den die Zinken derselben nur mit einer Kraft zusammenge welche etwa den vierten Theile des gehobnen Gewichtes kommt, woher der Zweck dieser überaus unbequemen Anw ganz verfehlt wird.

Man kann indessen leicht die Einrichtung treffen, d beiden obern Enden der Arme mit einer Kraft zusammeng werden, welche dem Gewichte der Zange und des Steines kommt. Es ist dabei nur nöthig, das Zugtau, woran das zeug wirkt, durch einen Ring oder über eine Scheibe a einen Arme zu führen und es am andern Arme zu befe Fig. 222 zeigt diejenige Anordnung, welche beim Aushe im Bette der Donau ausgesprengten Steine benutzt wurde.* Figur bedarf keiner weitern Erklärung. Es ist dabei nur merken, dass das Hebezeug auf einer Rüstung stand, d zwei mit einander verbundnen Schiffen getragen wurde. der Stein gehoben, so schob man starke Bohlen von einem zum andern, auf welche man den Stein niederliess. Ma ihn alsdann zur Seite, um noch andre Steine zu heben, man sie zusammen ans Ufer fuhr.

In ähnlicher Weise ist die Zange Fig. 223 zusammen die ich vielfach benutzt und überaus bequem gefunde Gewöhnlich wurde sie freilich nur zum Aus- und Einla Versetzen von Steinen, also nicht zum Heben unter Was nutzt; nichts desto weniger zeigte sie sich auch hierbei, s die Wassertiefe nur einige Fuss betrug, sehr brauchba

*) Nachrichten von den 1778 bis 1781 in dem Strudel de vorgenommenen Arbeiten. Wien 1781. Seite 25.

rm ist im obern Ende gespalten, und eine eiserne Scheibe tzt, um welche das Tau läuft. Die Zange war aus schwa- Eisen geschmiedet, etwas über drei Fuss lang und wog nur nd, so dass ein einzelner Mann sie bequem handhaben astellen konnte. Sie hob Steine von 1 bis 2 Cubikfuss icher. Der eine Arm hatte zwei etwa 3 Zoll von einander nde Zinken, der andre endete nur in eine Spitze. Sie immer mit grosser Sicherheit die Steine, und liess sie selbst icht fallen, wenn sie nur von zwei Spitzen berührt wurden, ie es häufig geschah, sich um diese drehten. Es giebt ein bequemeres Mittel, aus einem Haufen Steine von der hnen Grösse, einen nach dem andern aufzuheben, als wenn nen leichten dreibeinigen Bock darüber stellt, um den Fla- ig daran zu befestigen, und mit solcher Zange jeden be- i Stein fasst.

ie letzterwähnte Einrichtung zeigt im Gebrauche den Uebel- dass die Zange beim Anziehn des Hebezeuges ihre Rich- egen das Loth verändert, indem sie nicht symmetrisch un- t ist. Die Arbeiter, welche sie versetzen, gewöhnen sich bald daran, sie gleich schräge und in derjenigen Richtung ellen, welche sie annimmt, sobald der Stein gehoben ist. Ausheben von Steinen unter Wasser ist diese Vorsicht in- nicht anwendbar, da man die Grösse des Steines und so- ie Lage seines Schwerpunktes nicht sicher beurtheilen kann, as tiefere Einstellen des einen Armes oft nicht möglich ist. r in Fig. 224 angegebnen Anordnung, die beim Bau der zu Melun gewählt wurde,*) ist dieser Uebelstand dadurch gt, dass man den Stein nicht allein an dem Zugtau hebt, i ihn ausserdem durch den Stiel des einen Armes der Zange itzt. Ueber den Gebrauch des Apparates ist nur zu er- i, dass man die Zange mittelst der Leine *A* öffnet, welche die Oese *B* des ersten Armes gezogen und am Ende des ohnfern *D* befestigt ist. Ein Arbeiter führt den Stiel, sst die vordere Seite des zu hebenden Steines, während eiter Arbeiter das erwähnte Tau hält und zugleich das mit der Hand anzieht, um die Zange zu schliessen, so-

---

nnales des ponts et chaussées. 1838. I. Seite 234.

bald man sich durch Hin- und Herrücken der letztern davon überzeugt hat, dass sie gehörig eingreift. Das Ende des Zugtaues ist in der Oese *C* des ersten Armes befestigt, und über die eiserne Scheibe *D* am Ende des zweiten geführt. Von hier geht es nach der Scheibe auf dem Krahnbalken und zuletzt nach der Winde *E*. Diese Winde kann mittelst eingesteckter Hebel gedreht werden, und sobald sie in Wirksamkeit tritt, hebt das Zugtau nicht nur den Stein, sondern schliesst zugleich die Zange. Der auf dem Fahrzeuge liegende Stiel hindert aber die Zange, ihre Richtung plötzlich zu verändern. Die schwerste Zange dieser Art, von 1¾zölligen Eisenstangen geschmiedet, wog 96 Pfund und hob Steine, die 1 Cubikmeter oder 32 Cubikfuss enthielten, also nahe von 50 Centnern. Die Arme dieser Zange waren an den untern Enden in drei Zinken gespalten. Andere Zangen von derselben Einrichtung waren viel kleiner und wurden ohne Windevorrichtung nur mit der Hand und zwar durch einen Arbeiter eingesetzt und zugleich mit den Steinen gehoben. Die kleinste Zange wog nur 7 Pfund. Alle sollen sich beim Gebrauche ausserordentlich bequem gezeigt haben.

Das in Rede stehende Prinzip, wonach die Zange mit derselben Kraft geschlossen wird, womit die Zugkette gespannt ist, lässt sich aber auch ganz symmetrisch anwenden, wodurch die erwähnte Drehung der Zange, sobald der Stein darin hängt, aufhört. Fig. 225 zeigt eine solche Anordnung und diese dürfte für grosse Steine wohl unter allen die zweckmässigste sein. Die oben erwähnte Durchführung des Taues über eine Rolle in dem einen Arme nach dem andern, ist hier auf beiden Seiten gleichmässig angebracht. Wenn man die geringe Neigung der Taue zwischen den Armen der Zange unbeachtet lässt, so würden diese an der Stelle, wo die Taue befestigt sind, mit einer Kraft zusammengedrückt werden, welche der Summe der Spannungen in beiden Tauen gleichkäme. Diese Kraft ist daher unter Beibehaltung der obigen Bezeichnung

$$= \frac{M}{\cos \beta}$$

daher jedenfalls grösser als der Zug, womit die Zange gehoben wird.

Es scheint indessen, dass auch diese Zange nur empfohlen n kann, wenn sie so leicht ist, dass zwei Arbeiter im e sind, sie einzustellen, ohne bei diesem Theile der Arbeit Hebezeuges zu bedürfen. Bei einem Gewichte von etwa is 200 Pfund würde die Zange schon Steine bis 10 Cubik- und darüber sicher fassen und heben. Man thut indessen, h glaube, unrecht, die Steinzange bei noch grössern Steinen en zu wollen. Wenn es auch nicht in Abrede zu stellen ass auch grössere Steine mit einer schwereren Zange noch en werden können, so sind die Kosten einer solchen so tend und bei der unnöthigen Vergrösserung der zu hebenden so wie in den wiederholten vergeblichen Versuchen den zu fassen, wird so viel Kraft verloren, dass jedenfalls ein s Verfahren den Vorzug verdient, zu dessen Beschreibung unmehr übergehe.

Grosse Steine, die unter Wasser liegen, können in bedeuten- Tiefe noch bequem mit dem Hakenkeil gefasst und an elben gehoben werden. Die Anwendung dieses Keiles er- rt freilich einige Vorbereitung, indem ein oder mehrere Lö- in den Stein gebohrt werden müssen, dafür wird aber der e Vortheil erreicht, dass die ganze Arbeit einen regelmässi- und sichern Fortgang gewinnt, und jede Kraftverschwendung, ie alles Probiren aufhört.

Was das Bohren unter Wasser betrifft, so soll davon im nden (§. 93) bei Gelegenheit des Sprengens unter Wasser die sein. Der Hakenkeil besteht nach Fig. 226 auf Taf. LII zwei Theilen, einem kürzern, dessen obres Ende mit dem en versehen ist, der von der Kette des Hebezeuges gefasst und einem längern, dem Schlusskeile, der bis über das ser reicht. Sind beide Theile so neben einander gelegt, dass untern Enden in eine Ebne fallen, wie Fig. 226 *a* zeigt, so ihr Querschnitt ein Ellipsoid (Fig. 226 *c*), und zwar muss rosse Axe desselben etwas grösser, und die kleinere etwas er, als der Durchmesser des Bohrloches sein. Beide Theile en durch eine schräge Schnitt-Ebene von einander getrennt, he ihnen die keilförmige Gestalt giebt.

Will man mit diesem Apparat den Stein fassen, so schiebt den längern Theil, oder den Schlusskeil zurück, wie Fig.

226 *b* zeigt, und befestigt ihn mit einem scharf umgel Faden oder Draht an den Haken; man kann aber den ausserdem an eine stärkere Leine binden, damit er nic verloren wird, falls jene leichte Verbindung sich zu frü sollte. Man schiebt hierauf beide Theile in das Bohrloch, nur so weit, dass selbst der Haken noch nicht den Bod selben berührt. Das untere Ende des Schlusskeiles dringt falls in das Bohrloch, indem bei dieser Stellung der Keile einander ihre gemeinschaftliche Breite noch kleiner bleibt, Durchmesser des Bohrloches. Hierauf treibt man den S keil, dessen Kopf bis über den Wasserspiegel vorragt, m schweren Hammer nach. Die oben erwähnte leichte Ver beider Theile löst sich dabei, und der Haken wird so klemmt, dass er durch den stärksten Zug nicht heraus werden kann, so lange dieser gegenseitige Druck bestel Haken, in welchen die Kette des Hebezeuges eingreif ziemlich nahe über der Oberfläche des Steines bleiben, nicht etwa abbricht, falls der Stein, dessen Form und punkt man nicht genau kennt, beim Heben eine andre L nehmen sollte. Man befestigt aber den Haken bevor er ei wird, an die Zugkette. Der Schlusskeil hat oben eine O mit man ihn, falls er sehr schwer wäre, bequem herablas wenn es nöthig sein sollte, auch festbinden kann. No erwähnt werden, dass man bei grössern Steinen zwei, au drei Hakenkeile einsetzt, deren jeder durch eine besonde gefasst wird: im letzten Falle behält der Stein ganz sich frühere Lage, wenn nur sein Schwerpunkt innerhalb Unterstützungs-Punkte liegt. Will man endlich, nach Stein gehoben ist, die Keile lösen, so genügen dazu Hammerschläge auf den Haken, der eben aus diesem nicht auf dem Boden des Bohrloches aufstehen darf, sonst nicht weiter herabgetrieben werden könnte.

Der Hakenkeil ist, wie es scheint, zuerst von Thunbe Bau des Hafens Carlscrona angewendet worden,*) wie gr dessen die damit gehobnen Steine gewesen, in welcher T

*) *Essais de bâtir sous l'eau, faits à la construction veau bassin à Carlscrona, par Fellers.* Stockholm 1776. S

n, und welche Dimensionen die Keile hatten, ergiebt sich aus der Beschreibung dieses Baues: es wird nur mitge- dass die Bohrlöcher 9 Zoll tief waren. Man hat seit jener iese Anordnung vielfach und mit sehr günstigem Erfolge t, besonders ist dieses bei Beseitigung des Steinriffs vor ündung der Dange im Memeler Hafen geschehen. Der -Bau-Inspector Veit, der diese Arbeit leitete, hat das da- obachtete Verfahren ausführlich und unter Beifügung man- nteressanten Bemerkungen*) beschrieben, woraus ich das nde entnehme.

ie fortzuschaffenden Steine bestanden in grossen Granit- n, welche von den in der Dange einlaufenden Schiffen im- mfahren werden mussten, und wiederholentlich zu bedeuten- avarien Veranlassung gegeben hatten. Sie lagen in ihrer iche etwa 9 Fuss unter Wasser. Ihre Grösse war so be- d, dass man davon abstand, sie im Ganzen zu heben, wo- e vorher gesprengt wurden. Nachdem dieses geschehen ersuchte man zunächst die einzelnen Stücke mit einer Teu- ne herauszubringen, die im Eisen etwa 14 Centner wog. ersuch missglückte indessen aus mehreren Gründen: die öffnete sich nur 6½ Fuss weit, und umspannte daher die n Stücke gar nicht. Diese liessen sich auch nicht von einan- weit entfernen, dass man den einen Arm der Zange in die prengen gebildete Trennungsfuge hätten einbringen können. elbst die kleinern Stücke, die man fassen konnte, wurden die Zange nicht gehoben, da sie zu tief im Sande steckten. ersuchte zwar den Sand durch Baggern zu beseitigen, der- loss indessen fortwährend sehr schnell hinzu, so dass die sich nicht gehörig frei legen liessen. Aus diesen Gründen ein andres Verfahren gewählt werden, und man entschloss en Hakenkeil anzuwenden, was auch vollkommen glückte. as Sprengen dieser Steine war schon früher und zwar wäh- es Winters begonnen, da man gehofft hatte, dass auf der Eisdecke die Arbeit besonders leicht auszuführen sein würde. ten dabei aber so viele Schwierigkeiten und Unterbrechun- Folge der Witterungs-Verhältnisse ein, dass man es bald

*) eiträge zur Kunde Preussens. Band I. Königsberg 1818. Seite 215 ff.

bende Stein auf untergeschobnem Prahme herabgel
konnte. Diese Bedingungen wurden durch einen
beinigen Bock erfüllt. Derselbe bestand aus drei
von 70 Fuss Länge und 18 Zoll Stärke am Sta
Aufrichten des Bockes konnte auf der Baustelle s
folgen, wohl aber boten die in der Dange liege
Seeschiffe die dazu erforderlichen festen und hoher
Der Bock wurde also in der Dange aufgestellt,
obern Enden desselben durch Taue vollständig ve
Wassertiefe betrug hier etwa 12 Fuss und die drei
ren im Wasserspiegel 43 Fuss von einander entfern
pelte nun drei grosse Prahme von 33 Fuss Länge
Breite so zusammen, dass sie unter den Bock ge
konnten, und die drei Beine desselben beinahe ber
zwei von diesen Prahmen wurde eine lange cylin
gelegt, woran zwei Beine des Bockes zugleich aufg
den, und für das dritte diente eine zweite kürzere W
dritten Prahme. Durch angeknebelte grosse Hebel
Walzen in Bewegung und hob den ganzen Bock, s
2 Fuss über dem Grunde schwebte. Man konnte
leicht über jeden Stein bringen und daselbst nied
zwar wurde er so aufgestellt, dass das eine Bein n
Stelle des Ufers gerichtet war, wo die Erdwinden

Drei starke Rundhölzer wurden alsdann zw
Wasser an die Beine des Bockes gebunden, und

. Sie gaben über Wasser die Form des Steines an, ohrte darin zwei Löcher, zur Aufnahme der Hakenkeile, wählte man die Stellen so aus, dass die Last sich mög- ;hmässig auf beide vertheilen musste. Die Bohrlöcher oll 10 Linien weit und etwas über 15 Zoll tief. Eben varen die beiden eigentlichen Keile. Die Schnittebne divergirte von der Axe des Bohrloches auf 15 Zoll nahe 9 Linien.

ehe die Haken eingesetzt wurden, hing man sie in ppen, die mit Kauschen versehn waren (§. 36), an n später leicht die untern Blöcke der Flaschenzüge be- nnte. Sodann band man die Stroppen und die obern Haken an Stäbe fest, um sie sicher in die Bohrlöcher worauf die Schlusskeile besonders eingeschoben und gen wurden. Die Hakenkeile wurden aber in der n beide Bohrlöcher eingesetzt, dass die beiden Schluss- nder zugekehrt waren. Dadurch wurde der Vortheil ss dieselben bei eintretender Seitendrehung des Steines n die Stroppen sich lehnen konnten. Ausserdem ist en, dass die Haken nicht den Boden der Bohrlöcher sondern noch zwei Zoll davon entfernt blieben.

der beiden Flaschenzüge bestand aus einem drei und scheibigen Blocke. Die hierin eingeschornen Taue wur- 'uss-Blöcke (§. 36) gezogen, welche an zwei vom Ufer Beine des Bockes befestigt waren. Von hier liefen nach dem Ufer und den daselbst stehenden zwei Erd- eren jede mit acht Mann besetzt war. Bevor jedoch des Steines erfolgte, wurde schon der Laufboden zu- den drei an den Bock gebundnen Bäumen beseitigt, tein sogleich bis zur erforderlichen Höhe aufwinden e Prahme legen zu können.

rste Anziehen der Winden war am mühsamsten. Nach- tein gelöst war, hob er sich viel leichter, doch musste atürlich wieder vergrössert werden, sobald er aus dem t. Man hob den Stein etwa 5 Fuss über den Wasser- chob dann zwei mit einander verbundne Prahme, die e Rüstung auf untergelegten Rollen trugen, darunter,

und liess den Stein herab. Er wog 16,000 Pfund, oder hielt nahe 100 Cubikfuss.

Dieser erste Stein war einer der kleinsten, die andern hatten viel grössere Dimensionen. Einer derselben, der noch am Ufer der Dange liegt, ist 12 Fuss lang, 9 Fuss breit und 7 Fuss hoch: er wiegt 80,000 Pfund und hält nahe 500 Cubikfuss. Bei den grössern Steinen wurden indessen theils stärkere Keile von 3 Zoll 6 Linien Durchmesser, theils aber drei oder vier derselben angewendet. Man bemühte sich indessen immer, die Last möglichst gleichmässig auf sie zu vertheilen. Für jeden Keil musste ein besondrer Flaschenzug nebst Erdwinde eingerichtet werden. Die Fuss-Blöcke waren aber immer an den beiden vom Ufer abgekehrten Beinen des Bockes befestigt.

Einmal ereignete es sich, dass eines der Zugtaue brach, nachdem der Stein schon aus dem Wasser gehoben war. Der Stein drehte sich augenblicklich und in Folge dieser Drehung brachen die andern beiden Haken auch sogleich ab. Die Prahme zum Aufnehmen des Steines waren glücklicher Weise noch nicht untergeschoben.

Die Kosten für das Bohren eines der grössern Bohrlöcher betrugen 4 Thlr., für das Umsetzen des Bocks 6 Thlr., und für das Einsetzen der Keile und Heben des Steines mit Einschluss des Transportes nie über 20 Thlr., woher selbst die grössten Steine ohne Rücksicht auf die Anlagekosten und Abnutzung des Inventariums nur einen Kosten-Aufwand von etwa 40 Thlr. verursachten.

In dieser Weise wurde auch im Tay-Flusse unterhalb Perth in Schottland ein Stein gefasst, der 40 bis 50 Tons (87,000 bis 99,000 Preussische Pfund) wog, dessen Oberfläche etwa 5 Fuss unter dem niedrigsten Ebbe-Wasser lag. Man hob ihn unter Benutzung der täglichen Fluth, indem man ihn an zwei Lichterfahrzeuge hing, die ihn während fünf Fluthen aus dem Grunde zogen.*)

Unter den verschiednen Formen, die man den Keilen geben kann, dürfte die in Fig. 227 dargestellte die passendste sein: sie ist in England auch in der That bei andrer Gelegenheit gewählt worden. Die beiden Keile sind nämlich durch eine Schnitt-Ebene

---

*) *Civil engineer and architect's Journal.* Vol. I. Seite

ant, die sich in der ganzen Länge des kürzern oder des eiles fortsetzt. Hierdurch wird das Abbrechen des vorstehen- Kopfes des letztern wesentlich verhindert. Derselbe ist aber rösserer Verstärkung nicht mit einem Haken, sondern mit Oese versehn, und in diese greift das letzte Glied der Zug- ein. Dasselbe besteht in einer langen Stange, die gleich- mit einer Oese versehen ist, und bis über die Oberfläche Wassers hinaus reicht. Der Stiel des Schlusskeiles setzt aber an dessen äussrer Seite fort, und kann sogar noch s zurückgebogen werden, um beim Drehen des Steines nicht der Zugkette in Berührung zu kommen.

Das Fahrwasser in Strömen wird zuweilen auch durch ge- kene Schiffe und andre Gegenstände gesperrt. Das Her- ringen derselben ist oft mit bedeutenden Kosten verbunden, sind die technischen Schwierigkeiten dabei gemeinhin nicht gross, dass eigenthümliche Mittel zu deren Ueberwindung an- endet werden müssten. Es tritt nämlich hierbei immer die se Erleichterung ein, dass die der Schiffahrt hinderlichen Ge- tände dieser Art keinen bedeutenden Wasserstand über sich n, und gewöhnlich auch leicht zu fassen sind. Da jedoch Schiffe selbst und deren Ladungen oder auch versunkene r u. dgl. gemeinhin an sich so grossen Werth haben, dass uch ohne Rücksicht auf die Räumung des Fahrwassers ge- n werden, so kommt es nicht selten vor, dass diese Arbeit t in tiefem Wasser vorgenommen wird, wo sie viel schwie- ist. Dieser Fall ereignet sich aber noch häufiger bei See- en, und um hierauf nicht nochmals zurückkommen zu dür- erscheint es angemessen, die Methoden zum Heben derselben n hier vollständig zu bezeichnen.

Wenn das gesunkne Schiff mit keinem festen Deck versehen so bemüht man sich zunächst die Ladung herauszuschaffen, es dadurch zu erleichtern. Unter den Rheinschiffen sinken häufigsten diejenigen, welche mit Steinkohlen beladen sind, die Ruhrnachen: seltener geschieht dieses bei denen, welche ne geladen haben, und am wenigsten kommt das Sinken bei hvollen Ladungen vor. Es ist natürlich, dass man im letz- Falle auch mehr Vorsicht auf die sichre Führung der Schiffe wendet Steinkohlen, Bruchsteine und selbst gebrannte Steine

werden mit Handbaggern oder mit dem Fig. 218 dargestellten Haken gefasst und herausgehoben. Bei grossen Steinen und andern gewichtigen Gegenständen kann man die Stein-Zangen benutzen. Die Arbeit wird aber wesentlich erleichtert, wenn der Wasserstand möglichst klein ist, daher pflegt man, sobald der obere Theil der Ladung herausgeschafft, und sonach das Gewicht schon bedeutend vermindert ist, das Schiff zwischen zwei andern zu heben. Zu diesem Zwecke sucht man unter das vordere und hintere Ende Taue zu ziehen, was bei der gewöhnlichen Form der Flussschiffe nicht schwer ist. An diesen wird das gesunkne Schiff so weit aufgewunden, dass es noch unter Wasser bleibt, weil es sonst die andern Schiffe zu sehr belasten würde, und die gewöhnliche Windevorrichtung dabei leiden könnte. Nunmehr pflegt das vollständige Herausbringen der Ladung keine Schwierigkeit mehr zu bieten, auch entfernt man die Masten und Alles, was nicht zum eigentlichen Schiffskörper gehört, wodurch derselbe so erleichtert wird, dass man ihn an ein flaches Ufer führen und behufs der Reparatur auf das dasselbe heraufziehen kann.

Wenn das Schiff dagegen ein festes Deck hat, die Ladung also unter Wasser nicht herausgeschafft werden kann, und die Vorder- und Hintertheile nicht so weit ausgebaucht sind, dass man sie bequem mit Tauen fassen kann, so wird die Schwierigkeit des Hebens viel grösser, und dieser Fall ist bei Seeschiffen und den grössten Flussschiffen, namentlich bei Dampfschiffen der gewöhnliche. Das oben erwähnte Mittel, nämlich die Nadel, wodurch Taue unter dem Kiel hindurchgezogen werden, ist zu umständlich und in seiner Anwendung zu beschränkt, als dass man davon oft Gebrauch machen könnte. Es erfordert auch, wenn es gelingen soll, einen weichen und reinen Untergrund, und man darf kaum hoffen, die Nadel durch Kies hindurchzutreiben.

Die Taucherglocke kann in vielen Fällen von wesentlichem Nutzen sein, theils um die Ladung, wenn sie aus einzelnen schweren Stücken besteht, an das Zugtau zu befestigen, theils aber auch um das Schiff selbst sicher zu fassen. Es sind jedoch dazu so vielfache Vorkehrungen erforderlich, die bei der schnellen Zerstörung eines an der Meeresküste gesunknen Schiffes sich so

treffen lassen, dass man auch hiervon nur selten Gebrauch en kann.

Um die in grosser Tiefe gesunknen Seeschiffe zu heben, kein andres Mittel übrig, als dass man den Versuch macht, chweres Tau oder eine starke Kette dicht über dem Grunde um sie herum zu ziehen, und an Seitentauen oder Seiten-n, die vorher schon in jenes erste eingesteckt waren, die ng vorzunehmen. Es darf kaum erwähnt werden, wie unsicher von wie vielen Zufälligkeiten dieses Verfahren abhängig ist, r man keineswegs hoffen darf, dass gleich der erste Versuch gen möchte. Nichts destoweniger sind doch zuweilen auf Art günstige Erfolge erreicht worden.

Der Hafenmeister White in Cork war besonders glücklich in Anwendung dieses Verfahrens. Er hatte vor wenigen Jahren its vier Seeschiffe, drei Dampfschiffe und eine Menge klei-r Schiffe gehoben. Sein Verfahren bestand darin, dass an eine ere Kette die Seitenketten in angemessenen Entfernungen an-tzt wurden. Von zwei Schiffen aus wurde die erste Kette an Vordertheil des gesunknen Schiffes gelegt, und indem die ffe an dem Wrack vorbeifuhren, fasste die Kette möglichst in Mitte den Vordersteven des letztern. Beide Enden der Kette len scharf ausgezogen und dadurch an beide Seiten des Schiffs-ers gebracht. Alsdann zog man auf beide einen starken ischen Ring, und stiess diesen so tief herab, dass er die Ket-n dem Ruder des Wracks zur Berührung brachte. Nunmehr n sich die Schiffe zur Seite des Wracks, und indem die tkette immer gespannt erhalten wurde, zog man die Seiten-n über kräftige Winde-Vorrichtungen und hob hieran das k.*)

Zur Hebung des berüchtigten Wrackes des Linienschiffes l George, das bei Spithead gesunken war und in neuster mit Pulver gesprengt ist (§. 93), schlug White ein ähn-s Verfahren vor, das sich jedoch von dem eben beschriebnen rch unterschied, dass die Kraft zum Heraufziehen des Wracks h den hydrostatischen Druck hervorgebracht werden sollte. ollte nämlich grosse Cylinder aus Eisenblech, die mit Was-

*) *Civil engineer and architect's journal.* Vol. VIII. Seite 48.

ser gefüllt waren, an jene Seitenketten befestigen, und na die Hauptkette um das Schiff geschlungen war, durch k Pumpen mittelst eines elastischen Schlauches mit Luft anfü

Das erwähnte Verfahren, grosse Schiffe mit einer Ke umschlingen, ist demjenigen nicht unähnlich, welches ma Herausschaffen kleinerer Gegenstände, wie Anker, Böte zuweilen anwendet. Die Rheede vor Pillau war währe Kriegsjahre so unrein geworden, dass ausser den sonstigen g Gefahren, denen die dort ankernden Schiffe ausgesetzt sind, noch diese hinzukam, dass die Ankertaue leicht durch G stände auf dem Grunde beschädigt wurden, und das g Ausziehen der Ankertaue verhindert war. Diese hinderliche genstände bestanden grossentheils in Schiffsankern, die Tiefe von 40 bis 60 Fuss auf dem an sich reinen, th Grunde lagen. Die Fortschaffung derselben war dringend konnte aber bei der Unsicherheit des Erfolges und der Sel ganz windstiller Tage nicht in kurzer Zeit bewirkt werden Zweck wurde indessen durch eine Privat-Industrie erreich recht ergiebig war, und den grossen Nutzen hatte, dass die etwa in 10 Jahren wieder ganz rein wurde. Die in Pilla sässigen Seeleute, die den aus- und eingehenden Schiffen leisten, und hierin ihren Erwerb finden, fuhren bei wind Tagen, wo ihr gewöhnliches Geschäft unterbrochen war, der Rheede und versuchten Anker zu fischen.

Das Verfahren war dabei dieses. An eine lange hinre starke Leine wurden theils leichte Gewichte und theils Holzstückchen (Flotthölzer) abwechselnd angebunden, wodur etwa 6 Zoll über dem Grunde gehalten wurden. Die beide den der Leine lagen in zwei Böten, und indem diese zu entgegengesetzter Richtung auseinanderfuhren, wurde die Le gerader Linie ausgespannt. Dann fuhren die beiden Böte pa wobei die Leine immer gespannt blieb, und jeden Wider den sie irgendwo fand, gleich zu erkennen gab. Trat ein s ein, so wurden die Böte gegen einander gerudert und zwar in der Weise, dass die Spannung der Leine fortdauernd er wurde. Gemeinhin trafen die beiden Böte nicht aufeinander, dieses nur geschehen konnte, wenn der gefasste Gegenstand in ihrer Mitte gelegen hatte. In demjenigen Boote, welche

ntere war, musste die Leine so weit eingezogen werden, beide zusammenkamen. Nunmehr wurden die Leinen ein- m einander geschlungen oder ein halber Schlag darin ge-, und so verwechselt, dass dasjenige Ende, welches früher er nördlichen Seite war, auf die südliche kam und umgekehrt. Böte entfernten sich hierauf wieder von einander, und da- zog sich der geschlungne Knoten immer tiefer an den ge- n Gegenstand, und berührte ihn endlich. Man bemühte sich starkes Anziehn der Leinen ihn noch recht fest zu schlin- War dieses geschehen, so zog man in beiden Böten die en ein, und brachte die Böte dadurch genau über den gefass- Gegenstand, den man nunmehr durch Aufwinden der Leinen eben versuchte. Wie unsicher das ganze Verfahren ist, darf n erwähnt werden. Die Leine blieb häufig an einer Uneben- des Grundes hängen, über welche sie sich herüberzog, sobald den Knoten schlingen wollte, und selbst wenn man den Arm s Ankers oder sonstigen fremdartigen Gegenstandes gefasst , zog sich die Schlinge sehr oft darüber fort. Die meisten er sehr zeitraubenden und mühsamen Versuche missglückten r: nichts desto weniger war der Gewinn, wenn endlich ein gelang, wieder so gross, dass er volle Entschädigung bot, so wurde dieses Suchen nicht früher aufgegeben, als bis Rheede gereinigt war.

Wenn die Schiffe endlich in so geringer Tiefe gesunken sind, sie mit dem Borde über Wasser liegen, so heben sie sich n von selbst, sobald man den Wasserstand darin hinreichend senken kann. Jede Pumpe oder sonstige Schöpfmaschine, man wirken lässt, senkt den Wasserstand bis zu einer ge- n Tiefe, nämlich so weit, bis ebenso viel Wasser durch den hineinfliesst, als man ausgepumpt. Die zufliessende Wasser- ge vermehrt sich aber bei gleicher Grösse des Lecks im Ver- iss der Quadratwurzel der Niveau-Differenz zwischen dem ern und innern Wasserstande. Hat man diese entsprechende ung erreicht, ohne dass das Schiff schwimmt, so ist die ere Fortsetzung der Arbeit überflüssig, indem fortwährend so viel Wasser durch das Leck hineintritt, als man auspumpt. ld man dagegen eine kräftigere Schöpfmaschine anwendet, die Anzahl der Pumpen vermehrt, kann man auch das

Schiff tiefer entleeren, und es dadurch vielleicht heben. Hierin begründet sich der Nutzen, den recht kräftige Schöpfmaschinen in diesem Falle haben. Es kommt dabei jedoch nicht nur darauf an, das Schiff nur einmal zu heben, sondern es muss auch schwimmend erhalten werden, bis es an eine flache Stelle gebracht ist, wo man es ohne Nachtheil wieder sinken lassen kann, gewöhnlich wird es aber sogleich bis zur Schiffsbaustelle geführt. Es ergiebt sich hieraus, dass die Schöpfmaschine ganz sicher in ihrer Anwendung sein muss und ihr Betrieb während dieser Zeit nicht unterbrochen werden darf. Dazu gehört bei der Anwendung auf Seeschiffe vorzugsweise, dass die Ventile und Liederungen der Pumpen nicht etwa durch den eintreibenden Ballast beschädigt oder unwirksam werden. In dieser Beziehung empfiehlt sich besonders die Kettenpumpe oder das Paternoster-Werk (§. 46), das überdies die grosse Bequemlichkeit bietet, dass es wenig Raum einnimmt und leicht in die Schiffslucken gestellt werden kann. Es ist mehrfach mit sehr gutem Erfolge zu diesem Zwecke in Neufahrwasser und Pillau angewendet worden.

Sobald das Schiff gehoben ist, bemüht man sich behufs der Erleichterung der Pumpen sogleich die Lecke etwas zu stopfen. Im Innern kann man gemeinhin wenig dafür thun, da Alles, was man hineinstopft, durch den äussern Wasserdruck wieder herausgetrieben wird, dagegen werden die Gegenstände, die man von aussen gegen die lecke Stelle bringt, eben durch diesen Wasserdruck dicht heran und sogar in die Oeffnungen hineingedrückt. Mit vielem Erfolge hat man häufig Segel um die Schiffe herumgezogen, und um das Eindringen des Wassers noch mehr zu vermindern, die Segel vorher verdoppelt und Spreu, Werg und andere lose Massen dazwischen genäht. Andrerseits kann man mittelst untergezogner Taue das bereits gehobne Schiff auch leicht zwischen zwei andern Schiffen oder, wenn es nur klein ist, an grosse leere Tonnen hängen.

Endlich will ich noch kurz anführen, in welcher Weise der bereits erwähnte Hafenmeister White das Dampfschiff Innisfail hob, das im Lee-Flusse ohnfern Cork gesunken war. *) Dasselbe lag in einem so engen Fahrwasser, dass die bereits erwähnte Methode

*) *Civil engineer and architects journal.* Vol. VIII. Seite [illegible]

mschlingens einer Kette keine Anwendung finden konnte. ne Seite desselben berührte sogar unmittelbar den Rand des assers, und der sehr bedeutende Leck befand sich gegen- Im Fahrwasser selbst wurde ein Fangedamm gezogen, der vorn und hinten an das Schiff anschloss, indem dieses die des Dammes an der vierten Seite versah. Damit kein er unter dem Boden durchdringen möchte, versenkte man dem Schiffe einige Last Thonerde. Nachdem der auf diese bgeschlossne Raum ausgepumpt war, musste man noch zwei tiefer graben, um den Leck frei zu legen. Man packte erten Flanell darauf und nagelte einzöllige Bretter darüber. urch war das Schiff so dicht geworden, dass es mit Leich- it schwimmend erhalten und 7 englische Meilen weit bis zur telle gebracht werden konnte.

§. 93.

Sprengen der Felsen.

Wenn die Geschiebe, die im Fahrwasser liegen, so gross dass man sie mit den Zangen oder Hakenkeilen nicht sicher en kann, oder die zu Gebote stehenden Hebezeuge dem Ge- te derselben nicht angemessen sind, so müssen sie vorher in nere Stücke zertheilt werden. Häufig besteht auch die hinder- Steinmasse nicht aus einzelnen Blöcken, sondern aus einer chsenen Felsbank. Alsdann ist deren Beseitigung bis zu erforderlichen Tiefe nicht anders möglich, als durch Ablösung nigen Theile, die sich zu hoch erheben. Wenn der Fels ig ist, so kann man die Zerstückelung desselben zuweilen rch bewirken, dass man mit grossen und starken Brech- gen, welche in die natürlichen Fugen des Gesteins gestossen en, einzelne Stücke abbricht, und zugleich aufwuchtet, um mit der Steinzange oder auf andere Art fassen und heben zu en. Dieses Verfahren findet indessen in den Strombetten leicht Anwendung, da es nicht nur einen sehr lockern Zu- menhang der Steinmassen, sondern auch ein deutliches Er- nen der Fugen und der ganzen Textur der Oberfläche des ndes voraussetzt. Beide Bedingungen werden schon einzeln selten erfüllt, ihre Verbindung beschränkt die Anwendbarkeit

der Methode aber so sehr, dass man vielleicht noch niemals einen ausgedehnten Gebrauch davon gemacht hat. Nichts desto weniger kann man durch besondere Mittel, selbst in etwas getrübtem Wasser und in grösserer Tiefe die Sohle des Bettes zur sichtbar machen. Hievon wird bei Gelegenheit der Taucher-Apparate die Rede sein.

Am leichtesten bewirkt man die Ablösung der einzelnen Theile einer klüftigen oder aus weichem Gestein bestehenden Felsbank, wenn man sie ganz trocken legt, also den betreffenden Theil des Flussbettes mit Fangedämmen umgiebt, und den eingeschlossenen Raum ausschöpft. Bei kleinen Flüssen wählt man nicht selten dieses Verfahren, wie z. B. an der Ems geschehen ist. Die Ausführung der Fangedämme bietet aber auf Kreide oder anderm weichen Gestein keine bedeutenden Schwierigkeiten, indem man zugespitzte Eisenstangen eintreiben kann, welche der Holzverbindung hinreichende Festigkeit geben.

Am häufigsten wiederholt sich der Fall, dass die Felsbank aus so festem Gestein besteht, und zugleich so tief liegt, dass ein Fangedamm darüber nicht mehr ausführbar ist. Man muss sich alsdann zum Sprengen mittelst Schiesspulver entschliessen und zwar geschieht dieses unter Wasser in ähnlicher Weise, wie in den Steinbrüchen. Es darf indessen kaum erwähnt werden, dass die Operation in diesem Falle viel mühsamer wird, und viel grössere Vorsicht erfordert. Sie lässt sich indessen auch auf einzelne grosse Steinblöcke anwenden, die im Flussbette liegen und die man in kleinere Stücke zerlegen will. Man hat dieses Verfahren vielfach angewendet, und es ist so sicher, dass der Zweck jedesmal erreicht wird, oder wenn dieses zuweilen nicht vollständig geschehn ist, so lag der Grund dafür nicht etwa in unüberwindlichen Schwierigkeiten, sondern vielmehr in der Unzulänglichkeit der angewiesenen Geldmittel.

Das Verfahren besteht darin, dass man senkrechte, oder doch nur wenig geneigte **Bohrlöcher** ausführt. Dieselben lassen sich mit grosser Sicherheit selbst in bedeutender Tiefe unter Wasser darstellen. In diese bringt man das **Schiesspulver** hinein, verbindet letztres mit den **Zündschnüren** und verschliesst die obern Theile der Bohrlöcher durch den sogenannten Be
um einer Entladung der Schüsse in der Richtung der Bohrl

beugen, und die Kraft des explodirenden Pulvers gegen den
zu richten. Die grösste Schwierigkeit besteht darin, das
r nebst der Zündschnur vor jeder Benetzung und selbst vor
Feuchtwerden zu schützen. Um diesen Zweck sicher zu er-
en, hat man verschiedene Mittel gewählt, die ich bezeichnen
indem ich einige wichtigere Sprengungsarbeiten näher be-
ibe.

Unter allen bekannt gewordenen Methoden zum Steinsprengen
Wasser stimmt die vom spätern Geheimen Ober-Baurath
ius bei Schiffbarmachung der Alle angewendete, am
ten mit derjenigen überein, die in den Steinbrüchen üblich
) Derselbe erwähnt, dass er auch andere Methoden versucht,
nicht brauchbar gefunden habe. Die Wassertiefe über den
ien betrug 2 bis 3 Fuss, zuweilen jedoch bis 5 Fuss.

Nachdem der Stein von einem Nachen aus, der an beiden
n befestigt war, gehörig untersucht und die passendste Stelle
den Schuss ermittelt war, wurde mit einem Kronenbohrer von
midaler Form, eine breite Vertiefung im Steine dargestellt,
man immer leicht wieder finden konnte. Sobald dieselbe etwa
ll tief war, so setzte man die Arbeit mit dem Meisselbohrer
Das Bohrloch war 1 Zoll weit und seine Länge im Allge-
ien dem dritten Theile der Höhe des Steines gleich. Bei
kleinsten Steinen bohrte man 1 Fuss, bei den grössten bis
uss tief. Hierauf wurde die Mündung des Bohrloches mit
n passend geformten grössern Kronenbohrer konisch erwei-
so dass sie oben 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll weit geöffnet war.

In diese Erweiterung wurde die entsprechende Spitze einer
ernen Röhre getrieben. Letztere bestand aus einem recht
len und astfreien Holzstücke von 3 Zoll Durchmesser, und war
Zoll weit gebohrt. Die Spitze war in der konischen Fläche
ach eingekerbt und dadurch möglichst uneben gemacht. Man
and sie recht gleichmässig mit einer dünnen Lage Heede
Abgange beim Kämmen des Flachses) und strich darüber
Mischung von Terpentinöl, Wachs und Talg. Alsdann wurde
Röhre über den Bohrer in die erweiterte Mündung des Bohr-

*) Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst
ffend. 1798. II. Seite 72 ff.

endlich ein trockner Schwamm keine Feuchtigkeit
Um das Eindringen des Wassers um so sicherer
wurde die Fuge zwischen dem Steine und der Rö
aussen mit fettem Thon verstrichen, was bei grö
durch Leute geschah, die im Tauchen einige U
Während des Ausschöpfens des Bohrloches wurde a
mehl und die etwa abgefallenen grösseren Steinstü
feinen Löffel entfernt.

Nachdem auf diese Weise das Bohrloch zie
gemacht war, füllte man es etwa zum dritten Thei
mit Pulver an: und zwar wurde dazu mit Ausschl
einen Zoll starken Lage, gewöhnliches grobes Pulv
Die obere Lage bestand aber aus feinem Pirsch
Zündnadel, deren unterer Theil aus Kupfer bestan
ben der Wand des Bohrloches zwei Zoll tief in d
schoben und trockner Lehm darauf gestreut, den
Ladestocke feststiess. Letztrer war an einer Seite n
versehn, damit die Zündnadel sein Eindringen n
Der ganz trockne Lehm lässt sich jedoch nicht
schlagen, daher brachte man über denselben noch
und Ziegelmehl und bildete daraus den eigentlic
der nicht nur das ganze Bohrloch füllte, sondern
in die hölzerne Röhre reichte. Nunmehr wurde d
sichtig herausgezogen, durch einen hinreichend lange
oder ein feines hölzernes Röhrchen gestossen und

Der auf diese Weise vorbereitete Schuss wurde endlich durch tückchen glühenden Schwammes entzündet, das man mit einer Zange herabfallen liess, oder gewöhnlich nur aus freier hineinwarf. Der Arbeiter, der den Schuss anzündete, musste nur hüten, von der hölzernen Röhre getroffen zu werden, eist senkrecht in die Höhe flog. Im Uebrigen fand bei der sion keine Gefahr statt, denn die Steinstücke wurden nicht über das Wasser geworfen, es lösten sich in der Regel keine kleinern Theile, vielmehr spaltete der ganze Stein weit mässiger, als in freier Luft und trennte sich gemeinhin nur nige grössere Stücke.

Manche Steine waren so gross, dass sie fünf bis sechsmal engt werden mussten, bevor die einzelnen Stücke mit der e gefasst werden konnten. Durchschnittlich kostete das gen jedes Steines einen Thaler.

Einige der hierbei gebrauchten Apparate sind in Fig. 228 stellt: *a* zeigt den mit dem Schwamme umwundnen Stock, Löffel, dessen man sich zum Ausnehmen des Bohrschlam- bediente, *c* die Zündnadel und *d* den Ladestock. Die Boh- waren nicht wesentlich von denjenigen verschieden, welche n früher (§. 11) beschrieben sind.

Sehr wichtig sind die Sprengungsarbeiten, welche Thunberg Bau des Hafens von Carlskrona vornahm: sie erfolg- n grosser Tiefe unter dem Spiegel des Meeres. Ausserdem enen sie aber auch wegen der eigenthümlichen dabei getrof- Anordnungen und namentlich wegen der Schliessung des loches mittelst eiserner Keile erwähnt zu werden. Ich nachstehend die Uebersetzung der betreffenden Stelle aus Werke von Fellers über dieses interessante Verfahren mit.

Mit einem starken Steinbohrer von 3 Zoll Durchmesser bohrt in den Stein ein Loch von hinreichender Tiefe. Der Boh- ist so lang, dass er bis über die Oberfläche des Wassers t. Zum Einsetzen des Schusses dient eine Röhre von Weiss- h, die unten mit einem Boden versehen und dicht gelöthet ist, lass das Wasser nicht hineindringen kann. Ihr unteres Ende so weit sein, dass es das Bohrloch im Steine füllt. Sie ist hfalls so lang, dass sie bis über die Oberfläche des Wassers

heraufreicht. Ferner gebraucht man zwei eiserne Keile, denjenigen, womit Steine gehoben werden (der Hakenkeil Der eine derselben hat sein dickes Ende oben, der andere Wenn beide aufeinander gelegt werden, bilden sie einen C An denjenigen Keil, dessen dickes Ende nach unten gek bindet man mit einer Schnur die Patrone, welche das Pulv hält. An dieser Schnur versenkt man ihn in die Röhre, die Patrone auf dem Boden der letztern steht. Der and ist an dem obern oder dem dicken Ende mit einer eisernen verbunden, die gleichfalls bis über die Röhre herausreiche ausserdem ist in der schrägen Ebne, womit er den erst berühren soll, eine Rinne eingefeilt. In diese Rinne brin die Papierröhre, worin sich die Zündschnur befindet, und die letzte im übrigen Theile ihrer Länge mit einer dünn zernen Rinne, die mit einem Faden an jene Eisenstange g wird. So kann das Feuer sich von oben her durch die h Rinne und durch die in den Keil eingefeilte Rinne bis trone fortsetzen. Diesen zweiten Keil schiebt man mitt daran befindlichen eisernen Stange zugleich mit der Zün und hölzernen Rinne in die Blechröhre herab. Nachdem auf dem Lande zusammengesetzt ist, stellt man die Blechr das Bohrloch und klebt den Zünder mit Thon an die h Rinne und die Eisenstange. Alsdann ist der Schuss vorb Um aber wenigstens einen Theil des Apparates zu sichern, man die eingesetzte Röhre zwischen die Balken eines vor liegenden Flosses, legt andere Holzstücke auf dieses, un über endlich eine Bohle, die genau über die Mündung der röhre treffen muss, ohne jedoch die Stange, noch sonst einen des Apparates zu berühren. Um der Bohle noch mehr Wid zu geben, legt man einen Stein darauf. Alsdann brennt man de der an. Der Keil, dessen untere Fläche den Stoss des Sc zunächst empfängt, kann den zweiten Keil, der ihn hält, nic austreiben. Beide klemmen sich daher stark gegeneinander, s sen das Bohrloch und der Stein muss zerspringen. Der n Spitze abwärts gekehrte Keil nebst der daran befestigten S wird gemeinhin in die Höhe geworfen, und die Stange durc die Bohle und bleibt darin stecken, so dass man sie neb Keile bei den folgenden Schüssen wieder benutzen kann.

e Keil und das untere Ende der Blechröhre werden dagegen jedem Schusse verloren. *)

Nach der zugehörigen Zeichnung ist das Bohrloch nahe 3 e tief, die Patrone 1 Fuss hoch, und ebenso lang sind auch Keile. Fig. 229 zeigt den ganzen Apparat: nämlich *a* die mtlichen Theile in ihrer Zusammensetzung, *b* den mit der ten Seite nach unten gekehrten Keil, *c* denselben nebst der one und der Schnur, *d* den andern Keil mit der eisernen ge und *e* die hölzerne Rinne. Die Tiefe, in welcher gesprengt de, war ohne Zweifel mit der allgemeinen Meerestiefe an der le, wo der Fangedamm errichtet wurde, übereinstimmend, be- also etwa 20 Fuss.

Dieselbe Anordnung des Apparates wurde einige Jahre spä- bei den Sprengungs-Arbeiten an der Donau wieder ählt. In der Beschreibung derselben **) wird gesagt, dass bei der Schuss zwar sehr sicher erfolgte, und niemals die ladung durch das Bohrloch stattfand, dass aber im Vergleiche demjenigen Verfahren, wobei der obere Theil des Bohrloches h kleine Steinstücke, Thon u. dgl. gefüllt und fest ausge- agen wurde, die Wirkung einer gleichen Pulvermenge viel ge- er ausfiel. Es wird ferner erwähnt, dass bei Anwendung der le die Wirkung um so geringer war, je weniger genau sie ssen, und je grösser der Spielraum zwischen dem Bohrloche der Röhre war. Man versuchte auch, den untern Keil, der mal zur Seite geschleudert wurde und alsdann nicht wieder nden war, aus hartem Holze darzustellen, indem man sogar e, dadurch einen genauern Schluss zu erreichen. Dieser uch missglückte aber vollständig, indem die hölzernen Keile littert wurden, und die Entladungen durch das Bohrloch er- en, ohne den Stein zu sprengen.

Die Wirkung der beiden Keile besteht ohne Zweifel n, dass beide in Folge der Explosion des Pulvers aufwärts ge- en werden, jedoch nicht mit gleicher Geschwindigkeit. Der-

*) *Essais de bâtir sous l'eau par J. Fellers.* Stockholm 1776. e 8.

**) Nachrichten von den 1778 bis 81 in dem Strudel der Donau enommenen Arbeiten. Wien 1781. Seite 27.

jenige, dessen grössere Basis abwärts gekehrt ist, und der überdies ein weit geringeres Gewicht hat, als der andre, wird stärker heraufgestossen. Er überholt daher diesen, beide drängen sich gegeneinander und schliessen das Bohrloch. Die Blechröhre wird bei diesem Zusammenstossen ohne Zweifel sogleich gesprengt und die Keile pressen sich so kräftig an die Wände des Bohrloches, dass der ganze Schuss sich nicht mehr nach oben entladen kann und folglich seitwärts wirken muss. Es ist indessen klar, dass wenn schon die Röhre das Bohrloch nicht vollständig ausfüllt, die Keile dieses noch weniger thun können: sie lassen vielmehr, wenn sie sich auch weit übereinander schieben, zu beiden Seiten freie Räume offen, durch welche ein grosser Theil der comprimirten Luft entweichen kann. Die an der Donau gemachten Erfahrungen werden hierdurch vollständig erklärt. Andrerseits ist es aber nicht in Abrede zu stellen, dass die Methode nicht nur eine grosse Bequemlichkeit in der Ausführung bietet, sondern auch insofern sehr sicher ist, als beim Einschieben der Keile eine Beschädigung der Blechröhre und des Zünders viel weniger zu fürchten ist, als wenn der Besatz darin eingestampft wird. Bei grössen Tiefen dürfte sich daher diese Methode vnrzugsweise empfehlen, man darf aber nicht unbeachtet lassen, dass wegen des unvermeidlichen Entweichens des Gases durch die Seitenöffnungen die Kraft geschwächt wird, oder man mehr Pulver anwenden muss, als nach sonstigen Erfahrungen nöthig ist.

Bei den Sprengungs-Arbeiten an der Donau wurde ausser der so eben beschriebenen, noch eine andre Methode angewendet, die in ihrem Erfolge zwar weniger sicher war, die aber wenn sie glückte, bei gleicher Ladung eine viel grössere Wirkung als die erste zeigte. Die Anordnung war folgende. Eine Blechbüchse, Fig. 230 *a*, oben geschlossen und unten mit einem Deckel versehn, der gleichfalls wasserdicht aufgesetzt werden konnte, war so gross, dass sie durch die Pulverladung vollständig gefüllt wurde. Oben war eine feine Blechröhre, oder die Zündröhre angelöthet, durch welche der Zündfaden gezogen wurde. Letzterer musste zuerst und zwar so tief hineingesteckt werden, dass er bis mitten in die Pulverbüchse reichte. Alsdann füllte man diese an, und schob den Deckel auf, dessen vorstehender
vorher mit Talg eingerieben war, um den Zutritt des Was

rhindern. Die Büchse wurde nunmehr auf den Boden des ›ches geschoben (Fig. 230 *d*). Indem man jedoch besorgte, bei dem Feststossen des Besatzes die Pulverbüchse und mehr die Zündröhre leiden könnte, so traf man eine Anord- welche so viel bekannt, sonst nicht wieder gewählt ist. urde nämlich eine Rinne, Fig. 230 *b*, aus Schmiedeeisen geschoben, welche nicht nur in der ganzen Länge des Bohr- die Zündröhre überdeckte, sondern auch bis über die Ober- des Wassers heraufreichte, und am untern Ende mit einer tz-Platte versehen war. Letztere befand sich dicht über ulverbüchse.

Diese Platte durfte indessen nicht unmittelbar auf der Büchse ;en, weil letztere alsdann durch die Stösse beim Einstampfen esatzes leicht beschädigt worden wäre. Man zog daher die 230 *c* dargestellte Schraubenklemme über die eiserne und zugleich über die Zündröhre, bis die nach unten ge- starke Schraube, die als Fuss diente, den Felsen berührte. if hob man die Klemme zugleich mit der Rinne wieder her- und befestigte durch die drei Seitenschrauben beide gegen er, wobei indessen die Zündröhre so viel Spielraum behielt, sie nicht zugleich mitgefasst wurde. Man stellte alsdann pparat wieder ein, und mittelst eines langen Schrauben- sels wurde der Kopf der nach unten gekehrten Schraube inmal umgedreht, um den gewünschten Spielraum zwischen ilverbüchse und der Platte darzustellen. Endlich wurde mit eines Trichters das Material, woraus der Besatz gebildet n sollte, nämlich feine Steinstückchen und Thon in das ›ch geworfen, und durch einen passend geformten Ladestock nen Lagen festgestampft. Fig. 230 *d* zeigt die Zusammen- g der ganzen Vorrichtung. Ueber den Inhalt der Pulver- e, die Weite und Tiefe des Bohrloches, sowie über die n der Arbeit sind keine Mittheilungen gemacht.

Bei den Sprengungs-Arbeiten in der Donau war der über elsen stürzende Strom so heftig, dass er sowohl das Boh- ils das Einsetzen der Röhren und überhaupt die ganze Ar- usserordentlich erschwerte, und sogar unmöglich machte. musste daher besondere Vorkehrungen zur Mässigung Stromes treffen. Hierzu bediente man sich theils der §. 91

erwähnten von Castain in Hâvre benutzten Flösse, die i
im vorliegenden Falle wohl wenig brauchbar waren, und
Mühe so weit an ihre Stelle gebracht werden konnten, d
einigen Erfolg zeigten. Dagegen fand man es viel vorthei
gewöhnliche Schiffe oberhalb der zu sprengenden Felsen
Grund zu stellen, und endlich benutzte man zur Ablenku
Stromes auch besondere **Kasten**, welche Fig. 231 zeig
Dimensionen derselben sind nicht mitgetheilt: es ergiebt si
aus der Figur, dass sie im Grundrisse nahe rechtwinkli
zwar gleichschenklige Dreiecke bildeten, deren Schenkel si
die Basis, d. h. über die dritte Seitenwand des Kastens
gerten, und dadurch den Strom noch vollständiger von d
zwischen liegenden Raume abhielten. Die Kasten selbst
wasserdicht gebaut, und wurden mit Kies so stark be
dass sie fest auf dem Grunde aufstanden. Man fand
vortheilhaft, mehrere solcher Kasten von geringer Höhe
ander zu setzen, wodurch theils die Mühe der Aufstellu
mindert, besonders aber bei plötzlichen Anschwellungen
fahren sehr erleichtert wurde, indem nur einige Arbeiter
obern Kasten hineinsteigen und den darin befindlichen Ki
werfen durften, worauf dieser Kasten forttrieb und die
die nicht belastet waren, sich hoben und gleichfalls leic
gebracht werden konnten.

Es ist schon erwähnt (§. 92), dass mehrere sehr gros
nitblöcke, welche früher die **Mündung der Dange** zu
sperrten, vor etwa 30 Jahren durch den Hafen-Bauinspec
in Memel beseitigt wurden. Sie waren so schwer, dass
dem Heben gesprengt werden mussten, und hierzu w
Verfahren angewendet, welches von den bisher beschriebe
thoden in mancher Beziehung abweicht. Die Mittheilung d
darf hier um so weniger umgangen werden, als der Ba
selbst die Details vollständig angegeben hat, und die Arb
dies wegen der grössern Tiefe, worin sie ausgeführt ist,
wichtigeren gehört. *)

Die Bohrlöcher waren 1 Zoll 9 Linien weit und
tief, sie wurden aber in ihrer Mündung konisch bis au

*) Beiträge zur Kunde Preussens. I. Seite 221.

eitert, um darin hölzerne Röhren einsetzen zu können. Die erbüchse bestand wieder in einem Cylinder aus Weissblech, jedoch oben und unten durch aufgelöthete Böden verschlossen . Der obere Boden war zum Einschütten des Pulvers, mit r kleinen Oeffnung versehn, und ausserdem war eine blecherne dröhre daran gelöthet, die bis über Wasser reichte. Die Pulver-se war 9 Zoll hoch und hielt 1 Zoll 7½ Linien im äussern chmesser, so dass sie in das Bohrloch, welches 1½ Linien er war, leicht eingeschoben werden konnte. Die Zündröhre 4½ Linien stark. Der Schuss wurde in der Art vorbereitet, zuerst der Zündfaden in die Zündröhre eingeschoben wurde, zwar so weit, dass er bis zum Boden der Pulverbüchse her-eichte. Dieser Zündfaden bestand aus mehreren, recht lose ponnenen und schwach zusammen gedrehten baumwollenen len, in welche man einen aus Pulver und Rum gebildeten Brei gerieben hatte, die aber hierauf vollständig getrocknet waren. se Zurichtung wurde gewählt, weil es sich gezeigt hatte, dass unmittelbarer Anfüllung der Zündröhre mit Pulver das Feuer nur wenige Fuss weit fortsetzte, und sonach die Entzündung Schusses bei der vorhandnen grossen Tiefe nicht erfolgte. nuss hierbei aber bemerkt werden, dass die gewöhnlichen elfäden oder Stoppinnen, die man zum Anzünden von Feuer-ken benutzt, in gleicher Weise zubereitet sind und sich nur rch unterscheiden, dass sie in dünne Papierröhren gesteckt len.

Sobald der Zündfaden eingebracht war, wurde die Pulver-se angefüllt, und die obere Oeffnung mit einem gut passenden ke geschlossen. Ehe man indessen den Schuss in das Bohr-brachte, wurde in dessen obere Erweiterung eine 8 Zoll stark 2½ Zoll weit ausgebohrte tannene Röhre gestseckt, die dem rloche entsprechend, am untern Ende konisch zugespitzt war. ch die Oeffnung dieser Röhre konnte die Pulverbüchse sehr er und bequem eingesetzt werden, ausserdem aber wurde es durch auch möglich, den Thon, der den Besatz des Schusses en sollte, vor starker Benetzung und völligem Erweichen zu ern. Der letzte Zweck erforderte einen wasserdichten Schluss chen der Röhre und dem Steine und ein solcher wurde da-h bewirkt, dass das konische Ende der hölzernen Röhre

unten nur schwach und möglichst gleichmässig, weiter aufwärts dagegen sehr stark mit Heede umwunden, und diese mit einer Mischung von Theer und Asche bestrichen war. Ausserdem wurde ein ringförmiger Sack aus Segeltuch, der mit grobem Eisen gefüllt war, oberhalb dieser Umwicklung an die Röhre genagelt, und er bildete, wenn die Röhre fest eingetrieben wurde, einen Schirm, der die ganze Packung zusammenhielt und namentlich das Heraufziehen des Polsters aus Heede, oder dessen völlige Ablösung verhinderte. Fig. 232 zeigt die ganze Anordnung.

Nachdem die hölzerne Röhre aufgesetzt, und mit einer Handramme fest eingetrieben war, entfernte man mittels eines Schwammes das Wasser aus dem Bohrloche, schob die Pulverbüchse an der Zündröhre hinein, und schüttete trocknen Lehm mit Ziegelmehl auf, der in einzelnen Schichten mit einem passend geformten Ladestocke vorsichtig festgestampft wurde.

Die Sprengung geschah unter Eis. Die Explosion war kaum hörbar, und die Eisdecke wurde gar nicht erschüttert. Die hölzerne Röhre sprang aus dem Wasser und war unten gespalten, die Zündröhre dagegen wurde weit fortgeschleudert. Der Stein selbst war regelmässig gesprungen, und die Fuge etwa einen halben Zoll weit geöffnet.

Zu den wichtigsten Sprengungs-Arbeiten der neuern Zeit gehören ohne Zweifel die seit dem Jahre 1830 in dem felsigen Bette des **Rheins** von der Mündung der Nahe bei Bingen, bis gegen St. Goar ausgeführten. Sie sind beinahe ausschliesslich Preussischer Seits vorgenommen, bevor ich sie aber speziell beschreibe, müssen die lokalen Verhältnisse näher nachgewiesen werden.

Der Rhein, der von Basel abwärts in einem weit geöffne Thale fliesst, und unterhalb Mannheim in der ganzen Länge d Grossherzoglich Hessischen Gebietes ein sehr geringes Gefälle h tritt bei Bingen, wo der Hundsrück und Taunus gegeneinand stossen, wieder in das Gebirge und verwandelt sich hier plötzl aus dem sanften, ruhigen Strome wieder in einen wilden Be strom. Er behält diesen Charakter bis gegen Bonn, indem zwischen Coblenz und Bonn aufs Neue in einem engen Th fliesst, das links von der Eifel und rechts vom Westerwalde b grenzt wird. Weiter abwärts vermindert sich sein Gefälle na

ıch, das aber erst in den Niederlanden beinahe so geringe als es unterhalb Mannheim war. Die relativen Gefälle der ıen Strecken sind beim mittleren Wasserstande die folgenden:

wischen Basel und der Französischen Grenze	1 : 1142
on der Französischen Grenze bis zur Brücke bei Kehl	1 : 1274
on der Brücke bei Kehl bis zur Bairischen Grenze	1 : 2480 *)
on der Bairischen Grenze bis Mannheim (vor der Ausführung der Durchstiche) . . .	1 : 6776
on Mannheim bis zur Hessischen Grenze .	1 : 10128
m Grossherzogthum Hessen	1 : 9462 **)
wischen Bingen und Coblenz	1 : 3610
wischen Coblenz und Bonn	1 : 4550
wischen Bonn und Düsseldorf	1 : 5490
:wischen Düsseldorf und Emmerich . . .	1 : 6862
:wischen Emmerich und Nijmegen . . .	1 : 8243
:wischen Nijmegen und Gorkum	1 : 9784 ***)

Auf der Strecke zwischen Bingen und Coblenz ist das lle indessen keineswegs gleichmässig vertheilt, daher stellen- relativ viel grösser, als vorstehend angegeben. In der 1600 m langen Strecke von der Mündung der Nahe abwärts, ı also das Binger-Loch liegt, ist das relative Gefälle durch- tlich gleich 1 : 1606, doch auch dieses Verhältniss drückt keineswegs die stärksten Gefälle aus, die stellenweise vor- en, indem auf dieser Strecke wieder keine gleichmässige ilung des Gefälles stattfindet. Die stärksten Gefälle, die ei niedrigem Wasserstande als förmliche Wasserstürze dar- ı, sind das Binger-Loch, an der Stelle, wo der Rhein alb Bingen die scharfe Krümmung macht, und sich nord- wendet, und das Wilde-Gefähr zwischen Bacharach und Caub.

---

*) Diese drei ersten Angaben sind entnommen aus den Mittheilun- on Défontaine: *Annales des ponts et chaussées.* 1833. II.

**) Amelung, Abhandlung über den Wasserbau. Darmstadt 1845. Vorrede Seite VI.

***) Die beiden letzten Angaben aus Krayenhoff *Verzameling van graphische en topographische Waarnemingen.* Amsterdam 1813.

In gewisser Beziehung ist die letzte Stelle noch gefährlicher, als die erste, denn im Binger-Loche liegt das Fahrwasser unmittelbar neben dem rechten Ufer, während das Wilde-Gefähr in der Mitte des sehr breiten Stromes durchfahren werden muss, wo also die tiefe Stromrinne weit schwieriger zu finden ist. Die relativen Gefälle sind hier grösser, als sonst irgend wo auf dem ganzen Rhein zwischen Basel und der Nordsee, die Bergfahrt ist daher schwierig und die Thalfahrt wegen des starken Wassersturzes, der geringen Breite des Fahrwassers und der aus dem Grunde vortretenden Felsköpfe höchst gefährlich. Andere Stellen, wie das Winker-Loch vor Lorchhausen, die Bank oberhalb St. Goar und mehrere andere sind weniger gefährlich, obwohl sie gleichfalls nur mit grosser Vorsicht und genauer Lokal-Kenntniss sicher durchfahren werden können.

An den benannten und manchen anderen Stellen sind in neuster Zeit vielfach Sprengungs-Arbeiten vorgenommen, um theils das Fahrwasser zu verbreiten, theils aber auch um in andrer Beziehung die Gefahr zu vermindern. Ich beschränke mich hier auf diejenige Stelle, welche unter allen am meisten berüchtigt ist, nämlich auf das Binger-Loch.

Der Hundsrück und der Taunus sind hier in der Sohle des Rheins mit einander verbunden, indem die Felsbank sich von dem einen Ufer bis zum andern erstreckt. Das Gebirge besteht aus Grauwacke, aber mächtige Lagen Quarz sind darin eingesprengt. Diese haben dem Stosse des Wassers und Eises, auch wohl dem der Schiffe und Flösse bisher widerstanden, während die weichere Grauwacke bis zu grösserer Tiefe ausgebrochen ist. Alle vortretenden Felsen, die hier gesprengt sind, bestanden daher aus reinem Quarz, worin das Bohren sehr schwierig war. Das eigentliche Binger-Loch ist die Fahrrinne in einem scharfen Fels-Rücken, der sich dicht unterhalb der Ruine Ehrenfels quer durch den Rhein erstreckt und aus einer besonders mächtigen aufwärts gekehrten Quarz-Schicht besteht.

In früherer Zeit mag diese Bank einen noch stärkern Wassersturz als jetzt verursacht, und dadurch die Schiffahrt wenigstens bei kleinem Wasser vollständig gehindert haben. Nach manchen Nachrichten soll schon zur Römerzeit, und zwar durch Nero Claudius Drusus und später unter Karl dem Grossen am Ausbrechen

elner Vorragungen im Bette und zur Seite des Fahrwassers
beitet sein. Auch der Erzbischof Siegfried zu Mainz, der
Zeit Heinrich IV. lebte, soll dieselben Arbeiten wieder auf-
ommen haben, nichts desto weniger war die Schiffahrt hier so
ndert, dass nur kleinere Fahrzeuge und Holzflösse zu Thal
en, die Bergfahrt aber bei Asmannshausen unterbrochen war,
alle Güter hier ausgeladen, auf den steilen Bergpfaden über
Niederwald transportirt, und erst bei Eibingen oberhalb Rü-
im wieder in Schiffe zur weitern Bergfahrt verladen wurden.
rklärt sich hieraus, wie manche Städtchen unterhalb Bingen,
hrer sonstigen Lage nach wenig merkantilische Bedeutung
ten konnten, dennoch wegen der erschwerten und oft gänz-
gesperrten Wasser-Verbindung so wohlhabend wurden, wie
ntlich manche grossartige Ruinen dieses noch heutiges Ta-
erkennen lassen. Sehr bedeutend war die Verbesserung des
wassers, welche im Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts
Handlungshaus von Stockum zu Frankfurt ausführen liess:
noch jetzt benutzte Fahrrinne soll damals ausgesprengt sein.
Später geschah nichts für die Verbesserung des Fahrwassers
s Theils mag im Laufe einiger Jahrhunderte und namentlich
dem eine bestimmte Rinne vorgezeichnet war, der Strom und
Eis, so wie auch die darüber gehenden Fahrzeuge die Tiefe
s vergrössert haben. Dieses ist um so wahrscheinlicher, als
vortretende Felsköpfe glatt abgeschliffen sind, und dadurch
Gefahr beim Aufstossen etwas vermindert wird. Andern Theils
ten sich auch nach und nach die Lokal-Steuerleute besser
und indem sie die Gefahr in ihrer ganzen Grösse kannten,
hrten sie nur unter günstigen Witterungs-Verhältnissen die
fe hindurch, und sorgten dafür, dass dieselben nicht bis zur
en vorhandenen Tiefe eintauchten, sondern noch hinreichendes
ser unter dem Boden behielten. Der Nullpunkt des alten
ls in Bingen, der früher die zulässige Tiefe der Einsenkung
chnet haben soll, liegt einen vollen Fuss, Cölner Maass, über
Sohle des Binger-Loches. So geschah es, dass ohnerachtet
ehr grossen Erschwerung der Schiffahrt und namentlich des
lästigen Zeitverlustes, dennoch wenig Unglücksfälle vorkamen,
die Klagen über die schlechte Beschaffenheit des Fahrwas-
lange Zeit hindurch nicht die Aufmerksamkeit der Regierun-

gen und des Publikums auf sich zogen. Die Schiffer betra gemeinhin die Schiffahrtshindernisse, die sie aus frühester Ja kennen, als nothwendige Uebel, die sich nicht beseitigen sen. Sie fangen erst an zu klagen, wenn einzelne Schiffa hindernisse schon beseitigt sind, und ein augenscheinlicher B vorliegt, dass die uralten Uebelstände wirklich entfernt w können.

Der lebhafte Schiffsverkehr, der sich in den letzten zw Jahren auf dem ganzen Rhein ausgebildet hat und namentli regelmässigen vielfachen Fahrten der Personen-Dampfschiffe, mehr aber der Dienst der Dampf-Schleppschiffe würden Zweifel die Veranlassung zur Verbesserung der ganzen Stroms in der Nähe des Binger-Loches gegeben haben, wenn nicht Beginn der Dampfschiffahrt auf dem Rhein ein zufälliger Un sogleich die allgemeine Aufmerksamkeit auf diese gefährliche gerichtet und die Wiederaufnahme der Sprengungs-Arbeiten vorgerufen hätte. Jm Jahre 1825 stiess nämlich das Dam Concordia auf einen Fels unterhalb des Binger-Loches, d dem eigentlichen Fahrwasser weit entfernt liegt, auf den m her auch so wenig aufmerksam gewesen war, dass man ihr keinen Namen gegeben hatte. Das Schiff wurde sehr sta schädigt, aber noch viel nachtheiliger war der moralische Ei den dieses Ereigniss auf das Publikum machte.

Das Fahrwasser wurde nunmehr genauer untersucht, die §. 60 beschriebene Vorrichtung mit dem eisernen Lineal und bald darauf wurden auch die Sprengungs-Arbeiten beg die mit manchen Unterbrechungen bis zum Jahre 1841 setzt sind.

Die nachstehende Tabelle weist diejenigen Felsen nach welche die Schiffahrt hier am meisten behindert war, und geschriebenen Maasse zeigen an, um wieviel diese Fels oder unter der Sohle des Binger-Loches liegen, wobei ab die Abstände von der durch diese Sohle gezogenen Ho Ebne gemeint sind, sondern das Gefälle des Stromes u bei kleinem Wasser zugleich berücksichtigt ist. Die Anga der Felsen Nr. 1 um 2 Fuss 7 Zoll über Bingerloch li deutet also, dass der Wasserstand über ihm um 2 Fuss geringer ist, als im Binger-Loche. Fig. 255 auf Taf. L

ze Situation dieser Stromstrecke. Die Felsen, welche nicht gt sind, sind darin dunkel gehalten, wogegen die frühere ung und Lage der bereits gesprengten Felsen nur durch en bezeichnet ist.

1. Der Fahrstein lag früher 2 Fuss 7 Zoll über Binger-Loch. Er ist in der letzten Zeit gesprengt worden.

2. Der Mühlstein liegt unmittelbar am Nassau'schen Ufer, und zwar sehr hoch, nämlich 15 Fuss 3 Zoll über B. L.

3. Die Fiddel. Der vordere Theil derselben, welcher gesprengt ist, lag früher 2 bis 4 Fuss über B. L.

4. Die Bank ist gleichfalls gesprengt, sie lag früher auf 10 Zoll über B. L.

5. Der Scharfenstein, auch bereits gesprengt, erhob sich früher auf 2 Fuss 3 Zoll über B. L.

6. Die Reiher. Von dieser Felsengruppe ist der dem Fahrwasser zunächst gelegene Theil, der sich bis 1 Fuss 6 Zoll über B. L. erhob, gesprengt, die äussern Köpfe, die weniger gefährlich sind, erheben sich noch 2 bis 3 Fuss über B. L.

7. Der kleine Wegstein auf der rechten Seite des Thalweges, also im Nassau'schen Theile des Strombettes gelegen, erhebt sich 6 Zoll über B. L.

8. Der grosse Wegstein tritt nicht über die Sohle des Binger-Loches vor, sondern liegt noch 7 Zoll darunter.

9. Der Lochstein. Auf diesen beziehen sich vorzugsweise die ausgeführten Sprengungs-Arbeiten, und das Fahrwasser, das hier nur etwa 25 Fuss breit war, ist gegenwärtig in der vollen Tiefe etwa auf 150 Fuss verbreitet.

10. Der lange Ort erhob sich, ehe er gesprengt wurde, 5 Zoll über B. L. und

11. die Bänke in der Fortsetzung des langen Ortes, sind nicht gesprengt. Sie liegen 3 Fuss, und am äussern Ende sogar 3 Fuss 5 Zoll über B. L.

Nr. 12. Der Fels ist nicht gesprengt und liegt 1 Fuss 4 Zoll über B. L. Endlich

Nr. 13. Der Concordia Stein, auf welchem das Dampfboot Concordia verunglückte, ist gesprengt worden. Seine frühere Höhe betrug 3 Fuss 6 Zoll über B. L.

Ich muss zu diesen Angaben bemerken, dass die genaue Untersuchung des Fahrwassers, welche nach den obigen Mittheilungen überaus schwierig und zeitraubend ist, theils wegen der ungünstigen Wasserstände in den nächsten Jahren und theils auch wegen andrer Umstände bisher nicht vorgenommen werden konnte, und es sonach zweifelhaft ist, ob die volle Tiefe wirklich überall, wo gesprengt worden, erreicht ist, oder ob vielleicht noch hin und wieder Nacharbeiten erforderlich sein werden. Namentlich ist dieses in so fern leicht möglich, als die frühere Untersuchung nur die höchsten Köpfe der Felsen bemerken liess, und die etwas niedrigern, die nach der Beseitigung von jenen sich als hinderlich darstellen, ganz unbekannt bleiben mussten.

Jedenfalls ist indessen das Fahrwasser durch diese Arbeiten wesentlich verbessert, was auch allgemein anerkannt wird. Die punktirte Linie in der Figur bezeichnet den frühern Thalweg, der aber auch bei der Bergfahrt inne gehalten werden musste, und der zugleich die Landesgrenze ist. Er zieht sich dicht neben dem rechten oder Nassau'schen Ufer hin, woher seine Erweiterung grossentheils nur auf der linken oder Preussischen Seite erfolgen konnte, und daher ohne Vergleich der grösste Theil der Sprengungs-Arbeiten diesseitig ausgeführt ist. Die Grenze zwischen Preussen und Hessen liegt der Nahe gegenüber, im Hessischen Gebiete liegt daher von allen benannten Felsen nur der unter Nr. 1 aufgeführte Fahrstein.

Die Thalfahrt durch diese Stromstrecke kann von gewöhnlichen Segelschiffen nur bei windstiller Witterung gemacht werden. Gerade in dieser Gebirgsgegend und in dem engen, von hohen Felsufern eingeschlossnen Thale sind aber heftige Winde viel häufiger, als in andern Gegenden: namentlich der Wisper-Wind (aus dem Wisper-Thale bei Lorch kommend), pflegt im Sommer, während sonst die Luft wenig bewegt ist, vor Bingen regelmässig alle Morgen einen starken Nordwind zu bilden. Die

vollkommene Windstille ist aber für die Durchführung der Thalschiffe nicht nur deshalb nothwendig, um sie sicher steuern zu können, sondern der Wasserspiegel darf auch nicht bewegt sein, damit man das Aufwallen des Wassers vor den in der Tiefe liegenden Köpfen bemerken kann. Die Steuerleute haben indessen zur Vermeidung der letztern noch andre sichere Landmarken, woher sie die Dampfschiffe, die freilich weniger tief zu gehen pflegen, und ausserdem sehr scharf steuern, selbst im Sturme und in der Dämmerung hindurch führen.

Das Fahrwasser war früher besonders wegen der geringen Breite und der vielfachen Krümmungen, die es machte, gefährlich, und hierzu kam noch der Umstand, dass die Schiffe bei der scharfen Krümmung des Stromes leicht so weit links getrieben wurden, dass die Wiedergewinnung des Fahrwassers unmöglich war. Nur bei höherm Wasser kann man noch andere Fahrwasser passiren, die mehr in der Mitte des Stromes liegen, woselbst jedoch das Bette dicht mit Felsen besetzt ist. Die Charte giebt diese nicht an, weil sie noch nicht vollständig aufgenommen sind. Um das eigentliche Fahrwasser sicher zu verfolgen, müssen die Schiffe nahe am rechten Ufer herabfahren, und wenn sie von Bingen überlegen, so war bisher der Fahrstein (Nr. 1) ihnen hierbei oft sehr hinderlich. Weiterhin mussten sie der Fiddel (Nr. 2) und dem kleinen Wege-Steine (Nr. 7) ausweichen, während neben beiden auf der rechten Seite gleichfalls andre Felsen lagen, die vermieden werden mussten. Das eigentliche Binger-Loch hatte eine so günstige Richtung, dass das Passiren desselben im Vergleiche zu den übrigen Stellen wenig gefährlich erschien, woher hier auch keine Unglücksfälle vorgekommen sein sollen. Die geringe Breite des Fahrwassers daselbst war aber allerdings für den Durchgang grössrer Schiffe sehr hinderlich. Eine ähnliche doch minder starke Beschränkung der Breite trat weiter abwärts neben dem langen Orte (Nr. 10) nochmals ein, die indessen gleichfalls nicht als gefährlich angesehn wurde, namentlich so lange das Binger-Loch die Benutzung breiterer Fahrzeuge noch verhinderte.

Es ergiebt sich hieraus, dass das eigentliche Binger-Loch oder das Fahrwasser über dem Lochsteine keineswegs das ein-

zige und kaum das grösste Schiffahrtshinderniss in dieser Stromstrecke war, und sonach die Verbreitung desselben wenig Nutzen gewähren konnte, so lange die andern Hindernisse bestanden. Jedenfalls war indessen, wenn man ein geräumiges Fahrwasser darstellen wollte, hier der schwierigste Theil der Arbeit auszuführen, und es rechtfertigt sich daher gewiss vollständig, dass hiermit der Anfang gemacht wurde.

Eine Vertiefung des Binger-Loches hat nicht stattgefunden, man hat vielmehr die Sohle desselben als Norm für alle Sprengungs-Arbeiten angenommen. Vielleicht wird man in später Zeit weiter gehen müssen, was für die Schiffahrt allerdings sehr vortheilhaft wäre, aber man wird alsdann nicht nur unterhalb Bingen bis Coblenz sehr ausgedehnte Sprengungs-Arbeiten gleichfalls auszuführen haben, sondern noch dringender würde die Regulirung des Rheins oberhalb Bingen im Grossherzoglich Hessischen Gebiete sein, wo die vielfachen Stromspaltungen und die unnatürlichen Verbreitungen des Bettes hohe Verlandungen verursachen, die zum Theil den Tiefgang der Schiffe mehr beschränken, als das Binger-Loch.

Vorläufig lag sonach keine Veranlassung vor, bei den Sprengungen eine grössere Tiefe, als die des alten Binger-Loches anzunehmen. Diese ist aber im Vergleich mit andern Stellen des Rheins bei verschiedenen Wasserständen sehr verschieden. Die ganze Stromstrecke von Bingen bis St. Goar, ist als ein natürliches Wehr anzusehn, welches ebenso wie ein künstliches Wehr zur Zeit der Fluthen weit weniger staut, als bei niedrigen Wasserständen. Die Vergleichung der im Jahre 1846 im Binger-Loche angestellten Wasserstands-Beobachtungen mit denjenigen in Cöln, ergiebt, dass bei sehr kleinem Wasser der Nullpunkt des Cölner Pegels ziemlich nahe mit der Sohle des Binger-Loches übereinstimmt. Als nämlich gegen Ende November der Pegel in Cöln nur 4 Fuss 5½ Zoll markirte, hatte der Wasserstand im Binger-Loch sich bis auf 4 Fuss 4 Zoll vermindert. Die Vergleichung derjenigen Wasserstände, die sich dem Beharrungsstande nähern, ergiebt die folgenden Differenzen zwischen beiden.

ıer Pegel.	Binger-Loch. Fahrwasser.	Differenz.
ıss 6 Zoll.	4 Fuss 4 Zoll.	0 Fuss 2 Zoll.
4 „	4 „ 11 „	0 „ 5 „
9 „	6 „ 4 „	1 „ 5 „
5 „	6 „ 9 „	1 „ 8 „
2 „	7 „ 2 „	2 „ 0 „
1 „	7 „ 9 „	2 „ 4 „
4 „	11 „ 1 „	4 „ 3 „
8 „	14 „ 7 „	8 „ 1 „
0 „	17 „ 1 „	7 „ 11 „
4 „	18 „ 0 „	8 „ 4 „

se Tabelle scheint das Verhältniss der Wasserstände an)rten ziemlich sicher zu bezeichnen, nichts desto weniger nicht an bedeutenden Abweichungen, die ohne Zweifel ı zeitweise sehr verschiednen Ergusse des Hauptstromes Nebenströme herrühren. Während der grössten Hitze r Rhein das Wasser des in der Schweiz schmelzenden ab, wogegen die Nebenströme, also die Lahn, Mosel, Sieg gerade den niedrigsten Stand erreicht haben. Der ıen erwähnte Unterschied in der Periode der Anschwellung r- und Niederrheins (§. 56) giebt sich daher auch in :ke zwischen Bingen und Cöln sehr deutlich zu erkenden Monaten Juli, August und selbst später betrug bei 'asserstande zwischen 8 und 9 Fuss am Cölner Pegel die nur 4 bis 11 Zoll, und im September war sie selbst 'uss 10 Zoll am Cölner Pegel nur 1 Fuss 5 Zoll.

ergiebt sich aus dieser Vergleichung, dass die sehr Tiefe des Fahrwassers im Binger-Loche zur Zeit der Wasserstände allerdings weniger störend ist, dass sie den gewöhnlichen niedrigen Wasserständen zwischen 6 'uss am Cölner Pegel schon eine sehr bedeutende Verıg der Einsenkung der Schiffe bedingt.

len Jahren 1830 bis 1832 wurden auf Kosten der Preus-Regierung ausgedehnte Sprengungs-Arbeiten im eigentınger-Loche oder auf dem Lochsteine (Nr. 9 der Zeich-

nung) vorgenommen. Das dabei angewandte Verfahren, w
der ausführende Baumeister van den Bergh selbst mitgetheilt
war im Wesentlichen das Folgende.

Die Pulverbüchse, deren Höhe jedesmal dem dritten T
der Tiefe des Bohrloches gleichkam, hielt 1 Zoll 8 Linie
äussern Durchmesser. Sie war unten mit einem gut schlie
den Deckel versehn, dessen cylindrischer Rand sich in die B
hineinschob. Oben und zwar in der Mitte der Büchse wa
blecherne Zündröhre von 3 bis 4 Linien Durchmesser angel
Dieselbe reichte jedoch nicht bis über den Wasserspiegel h
sondern war nur 2 Fuss 6 Zoll bis höchstens 3 Fuss lang.
Zündschnur war durch sie hindurchgezogen, und ihr oberes
trat über Wasser vor. Um dieselbe gegen Benetzung zu si
musste der ganze Apparat in eine zweite Blechröhre von 1
10 Linien Durchmesser eingesetzt werden, die unten mit
angelötheten Boden versehn war, und oben bis über das W
herausreichte. Die Bohrlöcher waren 2 Zoll weit und d
schnittlich 2 Fuss 2 Zoll tief. In die erwähnte weite Blech
wurde der Schuss eingesetzt, und ausserdem mittelst eines L
stocks, dessen untere Platte eine sichelförmige Gestalt hatte,
Besatz aus angefeuchtetem Lehm bestehend, eingestampft. N
dem dieses geschehen war, brachte man die so vorbereitete B
röhre in das Bohrloch. Letzteres musste, um das Hineinf
von Sand zu verhindern, vorher durch einen konisch zugesp
Stock geschlossen gehalten werden. Sobald aber die Blech
darin war, diente der eintreibende Sand zur vollständigen
füllung des Raumes zwischen der Röhre und den Wänden
Bohrloches. Soviel wie möglich wurden immer mehrere Sc
gleichzeitig angezündet, weil man hierdurch eine Verstärkung
Effectes zu erreichen hoffte.

Beim Bohren waren jedesmal fünf Mann beschäftigt:
drehten den Bohrer und drei schlugen abwechselnd mit Häm
darauf. Durchschnittlich wurde bei ununterbrochener Arbeit
Bohrloch in jeder Stunde 2 Zoll vertieft, wenn man jedoch

*) Die Felsensprengungen im Rhein bei Bingen zur Erweit
des Thalweges im Binger-Loche von L. van den Bergh.
lenz 1834.

narbeiten mit berücksichtigt, und die ganze vorgekommene itszeit durch die Gesammttiefe aller Bohrlöcher dividirt, so bt sich, dass auf je fünf Mann in einer Stunde nur eine iefe von 1 Zoll 3 Linien trifft. Nachdem man drei Zoll rt hatte, muss jedesmal der Bohrer wieder geschärft, und achtmaligem Schärfen neu verstählt werden. Letzteres wie- lte sich also auf 2 Fuss Bohrtiefe einmal. Bei jedem Schusse n durchschnittlich 4½ Cubikfuss Steinmasse gelöst, oder 4 Quadratfuss der Oberfläche des Felsens abgebrochen. eden laufenden Fuss Bohrloch trafen aber ziemlich nahe 2 Fuss abgesprengten Gesteines.

ei diesen Arbeiten wurde die Strömung durch einen Stau- n abgehalten, der ungefähr dem in Fig. 231 dargestellten ist: er unterschied sich indessen in seiner Form sehr lich von diesem, insofern das vordere, dem Strome zu- te Ende einen viel spitzeren Winkel machte. Der Boden Kastens bildete wieder ein gleichschenkliches Dreieck, und von 17 Fuss 6 Zoll Basis und 24 Fuss Höhe, beides im n gemessen. Die Seitenwände traten aber noch 4 Fuss l als Flügel vor der Hinterwand oder der Basis dieses ks vor. Die Höhe der Wände betrug vorn 12 Fuss 3 Zoll inten 11 Fuss 3 Zoll. Der Kasten wurde durch eingepackte oberhalb der Stelle, wo man arbeiten wollte, auf den Grund t. Die Rüstung zum Bohren und Einsetzen der Schüsse d aus einem Floss von 38 Fuss Länge und 18 Fuss Breite, es in der Art zusammengesetzt war, dass man mit Aus- e des umgebenden Rahmens, alle Theile beliebig verschieben, sonach an jeder Stelle innerhalb der Fläche des Flosses die t vornehmen konnte. Dieses Floss war theils zwischen den ln des Kastens befestigt, theils aber wurde es auch am hin- Ende noch von zwei angebundnen Ankernachen getragen.

Der Staukasten mit dem Flosse bot allerdings für das gen und Bohren eine grosse Bequemlichkeit; in dem sehr gten Fahrwasser war er aber für die Schiffahrt höchst störend, er würde, wenn die Dampf-Schleppschiffe schon damals die- Theil des Rheins befahren hätten, wie jetzt geschieht, gar Anwendung haben finden können. Besonders wurde wäh- jener Arbeiten der Durchgang der Holzflösse sehr erschwert,

und dieselben richteten wiederholentlich bedeutende Beschä gen an dem Kasten an. Letztrer wurde sogar zweimal vorübergehende Flösse vollständig zertrümmert, und als zum zweiten Male geschah, wurde die Arbeit eingestellt.

Die mehrfachen Klagen der Schiffer über die noch höchst gefährliche Beschaffenheit des Fahrwassers gaben wenigen Jahren die Veranlassung zur Wieder-Aufnahme d beiten, und zwar erhielten dieselben 1839 bis 1841 die ob gegebene Ausdehnung. Die Erweiterung des eigentlichen Loches hatte noch nicht vollständig die gehörige Tiefe er vorzugsweise wurde aber nunmehr auf die Beseitigung de sen oberhalb und unterhalb des Lochsteines Rücksicht gen um ein mehr gerades Fahrwasser in der ganzen Stromstre bilden. Diese Arbeiten wurden durch den Bau-Inspector ausgeführt, und die Methode, welche er wählte, stimmte mit der an der Mündung der Dange angewandten überein.

Die Bohrlöcher waren $2\frac{1}{2}$ Zoll weit, ihre Tiefe war 6 Zoll grösser, als die Tiefe, bis zu welcher der Felsen ge werden sollte. Ein Rohr von Weissblech, oben und unte und so lang, dass es über das Wasser vorragte, wurde 3 Zoll tief in das Bohrloch eingetrieben. Die Pulverbüchse zwei Zoll im Durchmesser hielt, und deren Höhe etwas üb dritten Theil der Tiefe des Bohrloches, also zwischen 10 u Zoll betrug, war mit einer Zündröhre verbunden, die gleichfa über Wasser reichte. Beide bestanden aus Weissblech und zusammengelöthet. Der Deckel am untern Ende der Pulver wurde vor dem Einschieben mit Talg bestrichen, um glei einen wasserdichten Schuss zu bilden. In die Zündröhre man zuerst den Zündfaden ein, der aus einem losen baumw Faden bestand, in welchen man Pulver, das in Spiritus zer war, eingerieben hatte. Demnächst wurde die Büchse mit P gefüllt, jedoch nicht vollständig, sondern nur so weit, das etwa einen halben Zoll hoch frei blieb.

Nachdem die Pulverbüchse an der Zündröhre durch Schutzrohr hindurch in das Bohrloch eingestellt war, sch man in dieses zuerst eine kleine Quantität feinen Sandes, den freien Raum ausserhalb der Pulverbüchse auszufüllen. eigentliche Besatz bestand aber aus grobem Sande, und d

man so reichlich ein, dass er nicht nur das ganze Bohrloch , sondern sogar einige Zoll hoch über der Oberfläche des s in das Schutzrohr hineintrat. Mit einem passend geform- Ladestocke wurde zuletzt der Sand vorsichtig festgestampft. Anzünden geschah gewöhnlich gleich nach der Vorbereitung s einzelnen Schusses. Mehr als zwei Schüsse wurden aber zu gleicher Zeit angezündet.

Ich bin beim Abfeuern einiger Schüsse und zwar auf dem rfensteine zugegen gewesen. Der Wasserstand über dem ne betrug nahe 8 Fuss. Die Entzündung erfolgte jedesmal r einem dumpfen Krachen und die spätere Untersuchung mit Visitir-Eisen ergab, dass die Sprengung des Felsens ge- g erfolgt war. Ein Auswerfen einzelner Steinstücke bis über sser trat nicht ein, nur die Schutzröhre und Zündröhre, die le an ihren obern Enden festgebunden waren, brachen unten Sie waren im grössten Theile ihrer Länge nicht beschädigt, l konnten daher wiederholentlich benutzt werden, nachdem die lenden Theile erneut waren.

Zum Abhalten des Stromes hatte man hier ein sehr faches Mittel gewählt, das, wenn es auch weniger bequem als Staukasten war, doch den grossen Vortheil gewährte, dass n im Falle der Noth, oder sobald ein Schiff oder Floss gegen stossen drohte, augenblicklich den ganzen Apparat lösen und iben lassen konnte. Die Beschädigungen beschränkten sich her in solchem Falle allein auf die Theile, die vielleicht im hrloche schon festgestellt waren. Die erwähnte Vorrichtung tand in einer Rinne, die dadurch gebildet war, dass man zwei etter der Länge nach rechtwinklich auf einander genagelt hatte. se Rinne wurde ungefähr senkrecht aufgestellt, so dass der te Winkel dem Strome zugekehrt war, und in dem innern ume zwischen den beiden Brettern wurde gebohrt und das utzrohr aufgestellt. Der obere Theil der Rinne war zwischen Nachen und einem leichten Flosse, das nur aus zwei Bäu- bestand, festgeklemmt, während der untere mit einem Ringe sehene Theil durch ein Tau, das vom Vordertheil des Nachens räge herabreichte, gehalten wurde. Der Nachen selbst lag vor ker, oder war am Ufer befestigt und um Seitenbewegungen selben zu verhindern, waren vier Bäume auf beiden Seiten und

zwar sowohl vorn, als hinten schräge ausgesetzt. Sobald es darauf ankam, einem Schiffe oder Flosse auszuweichen, durfte man nur das Ankertau oder das Fangetau lösen, worauf sogleich der ganze Apparat frei wurde und mit dem Strome herabtrieb. Nichts desto weniger wurde auch bei diesen Arbeiten der ganze Staukasten wieder benutzt, so oft die Richtung des Fahrwassers ein Gegenstossen der Schiffe und Flösse nicht besorgen liess.

Endlich will ich noch einer ausgedehnten Sprengungs-Arbeit im Severn erwähnen, die besonders wegen der methodischen Anordnung der ganzen Operation merkwürdig ist. Der Vortrag, den der ausführende Baumeister George Edwards in dem *Institute of civil engineers* hierüber gehalten hat*), ist in vielfacher Beziehung so interessant, dass die vollständige Mittheilung desselben sich rechtfertigen wird.

Zu verschiednen Zeiten waren bereits Vorschläge zur Ausdehnung der Schiffahrt auf dem Severn gemacht, als im Jahre 1842 die Genehmigung zur Vertiefung einer 43 Miles (etwa über 9 Meilen) langen Strecke zwischen Stourport und Gloucester nach dem Regulirungs-Projecte des Ingenieurs Cubitt ertheilt wurde. In diesem Theile des Stromes betrug die Tiefe während der Sommermonate stellenweise nur 2 Fuss; sollte aber bei allen Wasserständen wenigstens auf 6 Fuss gebracht werden, und hierzu waren oberhalb Worcester zum Theil Bagger-Arbeiten, vorzugsweise aber eine Reihe von Wehren von 300—400 Fuss Länge mit Schiffsschleussen zur Seite projectirt worden. In der 29 Miles (6¼ Meilen) langen Stromstrecke zwischen Worcester und Gloucester sollte dagegen die erforderliche Tiefe theils durch Einschränkung mittelst Parallelwerken aus Faschinen, theils wieder durch Baggern dargestellt werden. Die Unternehmer der ganzen Anlage übertrugen die Beaufsichtigung der Baggerung dem Ingenieur Edwards.

Die Bänke, welche durch Baggern beseitigt werden sollten, lagen gemeinhin einzeln. Ihre Länge betrug 25 bis 200 Ruthen und das Fahrwasser auf denselben musste um 3 bis 5 Fuss vertieft werden. Sie bestanden zum Theil aus aufgeschwemmtem

*) *Civil engineer and architect's journal.* IX. Seite 369.

ohne Beimengung grössrer Steine, häufig waren sie aber aus
z- und Granitgeschieben, so wie auch aus Porphyr und
steinstücken zusammengesetzt. Obgleich diese Ablagerungen
nweise sehr fest waren, so bot ihre Beseitigung doch keine
dere technische Schwierigkeiten. Andere Bänke bestanden
aus zusammenhängendem Mergelboden, zur Formation des
n Sandsteins gehörig. Dieses war überall der Fall, wo das
bette auf der einen oder der andern Seite des Thales an
höhern Uferrand trat. Gemeinhin war der Mergel so hart,
die Bagger-Maschine ihn nicht angriff, er musste daher mit
sspulver gesprengt werden. Er lag in Schichten, die selten
15 Zoll hoch waren, und oft durch grauen Mergel, auch
durch sehr harten Lias getrennt wurden.

An vielen Stellen ist dieser Mergel so hart, dass man aus
Hand von einem Boote aus darin kein Bohrloch darstellen
te. Nichts desto weniger zerfällt er, sobald er der Ein-
ng der Luft ausgesetzt wird, sehr schnell in feine Brocken,
der gebrannte Kalk beim Löschen. Grössere Stücke, die nur
Mühe gelöst werden konnten, zerfielen nach wenigen Tagen
liessen in keiner Beziehung die Härte wieder erkennen, die
nter Wasser gehabt hatten.

Als die Bagger-Maschine auf diesen Mergelbänken ver-
wurde, so zeigte es sich, dass es unmöglich sei, mehr als
s 60 Tons (etwa $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Schachtruthe) täglich zu heben,
dabei war die Maschine in beständiger Gefahr und vielfache
ädigungen traten dabei ein. Dieser Fortgang der Arbeit war
unvereinbar mit der nothwendigen Beschleunigung, wenn
Unternehmen zur festgesetzten Zeit beendigt werden sollte.
versuchte daher zunächst eiserne Stangen einzustossen, und
ch die Schichten zu lösen. Dieses Verfahren war indessen
unwirksam. Sodann wurde ein starker Pflug in Wirksamkeit
zt, der mittelst einer kräftigen Winde fortgezogen und an
starken Stange geführt wurde. Die Wirkung war aber wie-
o gering, und die Arbeit so kostbar, dass auch von diesem
hren Abstand genommen werden musste. Endlich versuchte
Schiesspulver anzuwenden, und erhielt dabei so günstige
ltate, dass man beschloss, alle Mergel-Bänke zuerst zu
gen und dann die gelösten Stücke auszubaggern. Nachdem

im Januar 1845 die hierzu erforderlichen Einrichtungen gerade waren, wurde mit der Arbeit der Anfang gemacht, und diese wurde ohne Unterbrechung fortgesetzt, wenn sie nicht etwa durch Anschwellungen in Folge starker Regengüsse verhindert wurde. Die Gesammtlänge der auszusprengenden Strecken betrug 1⅓ [illegible] (ein Drittel Meile) und täglich wurden 200 bis 300 Tons, oder 18 bis 27 Schachtruthen des gelösten Materials mit Leichtigkeit gebaggert.

Die Wirkung des Sprengens wäre am grössten gewesen, wenn man an der stromabwärts gekehrten Seite jeder Bank eine Reihe von Schüssen angezündet und alsdann sogleich die abgebrochnen Steine beseitigt hätte. Dieses liess sich aber nicht thun, denn man hätte dabei die Bagger-Maschine und den Spreng-Apparat zu oft auf- und abfahren müssen, und beide wären nicht in ununterbrochner Thätigkeit zu erhalten gewesen. Dieses war aber um so nöthiger, als man nur zwei Bagger-Maschinen hatte. Ausserdem durfte auch die bestehende kleine Schiffahrt auf dem Severn nicht gehindert werden. Man konnte sonach die Ersparung an Schiesspulver, die wohl möglich gewesen wäre, nicht weiter berücksichtigen, vielmehr musste ein solches Verfahren gewählt werden, welches die möglichste Beschleunigung der Arbeit erlaubte. Man entschloss sich daher, die Schüsse reihenweise nach der Länge des zu vertiefenden Kanales und zwar durch die ganze Ausdehnung jeder Felsbank in solchen Entfernungen anzubringen, welche erfahrungsmässig die vortheilhaftesten sein würden. Man machte den Anfang damit, die Löcher in Abständen von 6 Fuss zu bohren.

Die Rüstung zur Ausführung der Arbeiten bestand in sechs Flössen, deren jedes aus vier Balken von 40 Fuss Länge zusammengesetzt war, wie Fig. 233 auf Taf. LII zeigt. An jeder Seite eines Flosses lagen zwei Balken dicht neben einander und die beiden innern liessen zwischen sich einen freien Raum von 4 Fuss Breite. In Abständen von 6 Fuss waren Querschwellen übergenagelt und auf diesen lag der Rüstboden, der aus dreizölligen Bohlen bestand. Der mittlere Theil des Flosses blieb auf 12 Zoll Breite offen, so dass sich in der Axe ein hinreichend weiter Spalt bildete, worin die Arbeit bequem vorgenommen werden konnte.

Die Flösse waren an beiden Enden mit starken Ringbolzen ‑hn, wodurch die an das eine Ufer befestigten Fangleinen ‑gen waren: ausserdem wurden in gewissen Abständen Bäume ‑esetzt, um die Flösse in der passenden Entfernung vom Ufer ‑rhalten. An dem stromaufwärts gekehrten Ende des obersten ‑ses lag ein grosses Boot vor Anker, worin sich eine Feld‑iede zur Instandsetzung der Werkzeuge befand. Ein starker ‑immbaum war weiter aufwärts am Ufer befestigt und lehnte schräg gegen dieses Boot, um die Flösse vor den strom‑ ‑rts kommenden Fahrzeugen zu schützen. Unterhalb des letz‑ Flosses lag ein andres Boot, welches als Pulvermagazin ein‑ ‑htet war, und worin sich zugleich die zur Anfertigung der ‑nen erforderlichen sonstigen Materialien und Apparate be‑ ‑en. An beiden Seiten war mit grossen Buchstaben die Auf‑ ‑ift „Pulver-Magazin" angebracht.

Die Arbeit wurde mit dem Einstellen und Befestigen der ‑ren, in welchen gebohrt werden sollte, begonnen. Am Ufer parallel zum Fahrwasser eine Reihe dünner mit Nummern ‑ichneter Stäbe im Abstande von 6 Fuss von einander auf‑ ‑tellt, und dahinter befand sich eine zweite Reihe solcher Stäbe, von der ersten so weit entfernt war, als der Abhang des ‑rs erlaubte. Die Linien, welche durch zwei entsprechende ‑e in beiden Reihen gezogen waren, schnitten im rechten Win‑ die Richtung des Fahrwassers. Ein Aufseher visirte über je ‑i zusammengehörige Stäbe nach der Bohrröhre. Diese ‑de von einem Arbeiter gehalten und auf ein gegebenes Zei‑ ‑ durch die Oeffnung im Flosse auf den Grund gestellt. Sie ‑de darauf sogleich durch eine Holzklammer an das Floss be‑ ‑gt.

Die Bohrröhren waren auf besondere Bestellung für diesen ‑eck in der Fabrik von James Russell und Söhne zu Wednes‑ ‑ aus Schmiedeeisen gezogen. Sie hielten gewöhnlich $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und nur wenn man mehr als 3 Pfund Pulver den einzelnen Schuss gebrauchte, benutzte man vierzöllige ‑ren. Ihre Länge betrug 9 Fuss und ihre Wandstärke $2\frac{1}{4}$ ‑ien. Zwei Halsbänder von $\frac{1}{2}$ Quadratzoll Durchschnitt waren ‑smal auf die obern Enden geschoben, und hieran befestigte ‑ eine Leine, wodurch sie bei der Explosion gehalten wurden,

War die Wassertiefe aber grösser, so konnte man die Röhre auch verlängern, indem ein Ansatzstück mit einer 6 Zoll langen Muffe darüber geschoben wurde.

Sobald eine Bohrröhre aufgestellt war, trieb man sie durch den Kies, der auf dem Mergel lag, einige Zoll tief in den letzten hinein. Gemeinhin war der Kies so hoch abgelagert, dass man ihn zuerst durch Baggern entfernen musste. Um aber den dünnen Rand der Röhre vor Beschädigungen zu sichern, setzte man eine gusseiserne Hülse auf, und liess auf diese die Handramme wirken. Demnächst wurde die Röhre von dem Sande und Kiese gereinigt, der beim Eintreiben hineingedrungen war. Zu diesem Zweck diente vorzugsweise der gewöhnliche Löffel (§. 11), bestehend aus einer cylindrischen Röhre von 2 Fuss Länge, und solchem Durchmesser, dass er nur eben in die Bohrröhre hineinpasste. Unten war er mit einem recht weiten, nach oben aufschlagenden Ventile versehn, und oben an eine Eisenstange von einem halben Zoll Durchmesser genietet. Wenn dieser Löffel wie eine Pumpe bewegt wurde, so brachte man damit sehr schnell Alles heraus, was nur durch die Ventil-Oeffnung hindurch konnte.

Bei jedem Bohrer waren drei Mann beschäftigt. Die Bohrer hatten einfache Stahlschneiden von etwas convexer Form, und waren $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, der Stiel, der gemeinhin 15 Fuss lang war, hielt $1\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser. Das Gewicht eines solchen Bohrers betrug 52 Pfund. Man arbeitete damit so lange, bis die fernere Bewegung durch den Bohrschlamm auffallend erschwert wurde. Alsdann setzte man einen nur wenig aufgeschnittenen Erdbohrer von 20 Zoll Länge in das Bohrloch, und zog damit die feine Steinmasse heraus.

Die Bohrlöcher waren so tief, dass sie zwei Fuss unter die beabsichtigte Sohle des Fahrwassers herabreichten. Diese grössere Tiefe war deshalb gewählt, weil jeder Schuss das Gestein in einem conischen Raume, und zwar wie man meinte, von paraboloïder Form zerbricht und etwas hebt, und sonach zwischen vier Bohrlöchern eine Pyramide übrig bleibt, auf welche das Pulver gar keine, oder doch nur eine geringe Wirkung ausgeübt hat. Diese Pyramiden ragten mit ihren Scheiteln noch etwas über die darzustellende Sohle vor, liessen sich aber, wie die Erfahrung auch wirklich zeigte, leicht durch die Baggermaschine beseitigen.

zweiter Grund dafür war, dass man besorgte, der niedrige
merwasserstand würde sich, nachdem die Untiefen entfernt
n, noch tiefer senken, als man angenommen hatte, und man
schte, dass der Mergel in diesem Falle schon hinreichend ge-
hen wäre, um ihn erforderlichen Falles ohne weiteres Spren-
mit der Baggermaschine noch tiefer ausheben zu können.

Die Patronen bestanden aus cylindrischen Säcken von
ltuch, und waren unten etwas zugespitzt. Sie wurden nach
ssgabe der Höhe des Mergels mit 2 bis 4 Pfund Pulver ge-
, nämlich wenn die Bank 4 Fuss tief weggesprengt werden
e, waren 2 Pfund und bei 5 Fuss 4 Pfund Pulver erforder-
In die Mitte des Pulvers wurde alsdann das Ende eines
ges von Bickford's Patent-Zündfaden gesteckt, der Rand des
kes sorgfältig heraufgezogen und mit einem feinen Bändchen
gebunden. War die Patrone nur klein, so tauchte man sie
geschmolzenes Pech, das zum vierten Theile mit Talg versetzt
, sonst aber goss man dieselbe Mischung mit Löffeln dar-
, bis sie den ganzen Sack gleichmässig überdeckte. War
es geschehn, so hing man die Patrone zum Erkalten und
ärten auf. Darauf wurde sie tüchtig mit Talg eingerieben,
zuletzt mit feiner Kreide bestreut. Der Talg diente theils
sichern Ausfüllen der feinen Risse im Pech, theils aber er-
hterte er auch das Eindringen der Patrone in das Bohrloch:
Kreide dagegen verhinderte das Ankleben des Peches.

Die Patent-Zündfäden werden immer in Längen von
Fuss angefertigt. Um Verluste zu vermeiden, schnitt man
nicht früher ab, als bis die Patronen in das Bohrloch voll-
ndig eingesetzt waren, und verbrauchte den Rest in gleicher
eise. Die kurzen zuletzt übrigbleibenden Enden hatten wenig
rth, da es viel Mühe machte, sie zusammenzusetzen: nur ein-
l sah man sich hierzu gezwungen, da der Vorrath an Zünd-
en ausgegangen war. Es war aber mit dem Fabrikanten das
kommen getroffen, dass er die kurzen Enden für den halben
rth wieder zurücknahm.

Die Patronen wurden mit hölzernen Ladestöcken von passen-
Dicke und unten abgerundet, vorsichtig in die Bohrlöcher
choben. Dieselben Ladestöcke dienten auch zum Feststampfen
Besatzes. Das Material, welches sich am besten hierzu

eignete, waren die kleinen Stückchen des harten Mergels, die sich durch die Einwirkung der Luft von den höhern Ufern zur Seite der Bänke gelöst hatten. Man schüttete sie in kleinen Quantitäten in die Bohrlöcher und stampfte sie an, bis die Bohrlöcher ganz angefüllt waren.

Alsdann wurden die hölzernen Klammern gelöst, welche die Bohrröhren gehalten hatten: letztere wurden etwas gelüftet und aus dem Mergel gezogen, zugleich aber mit Leinen an das Floss gebunden und die Zündfäden angebrannt. Gemeinhin gab sich die Explosion durch keine auffallende äussere Erscheinung zu erkennen: nur die Röhren wurden einige Zoll hoch gehoben, doch sprangen sie zuweilen auch mehrere Fuss in die Höhe, und in einzelnen Fällen spritzte das in denselben befindliche Wasser 40 bis 50 Fuss hoch auf.

Alle Mannschaften fingen immer gleichzeitig das Bohren an und wurden auch gemeinhin gleichzeitig damit fertig, so dass alle Schüsse auf einmal angezündet werden konnten. Auf diese Art wurden Unterbrechungen der Arbeit möglichst vermieden. Sehr selten geschah es, dass Schüsse versagten: man kann annehmen, dass dieses unter hundert kaum bei einem der Fall war. Die Veranlassung dazu lag alsdann gemeinhin darin, dass die Verbindung zwischen der Patrone und dem Zündfaden undicht geworden war. War das Wasser nicht tief eingedrungen, so konnte man häufig durch das folgende eigenthümliche Mittel den Schuss noch entzünden. Man hielt nämlich eine Eisenstange von ½ Zoll Stärke und angemessener Länge, die an einem Ende etwas zugespitzt war, in Bereitschaft und sobald ein Schuss versagte (wobei jedoch der Zündfaden verbrannt war) so wurde diese Stange am Ende rothglühend gemacht, schnell durch das Wasser auf den Besatz gestossen und mit einem starken Schlag hindurchgetrieben. Beim Eindringen in das Pulver war sie fast jedesmal noch so heiss, dass sie dieses entzündete. Unter zehn Fällen gelang es wohl neunmal, auf diese Weise noch den Schuss zur Explosion zu bringen.

Da die eigentliche Wirkung des Schiessens sich nicht unmittelbar zu erkennen gab, so war eine sorgsame Prüfung nothwendig, ob überall der beabsichtigte Erfolg erreicht sei. S ein Schuss zündete, legte man an den entsprechenden Stab auf

Ufer ein rothes Fähnchen. Darauf wurde der Grund neben Bohrloche mit einem meisselförmig zugeschärften und gut veren Visitir-Eisen untersucht, und besonders geprüft, ob die ıng bis zu der erforderlichen Tiefe eingetreten war. Zeigte lieses, so liess man das Fähnchen oben an dem Stabe be-:n: es diente also zur Beglaubigung, dass die Untersuchung Zufriedenheit ausgefallen sei. Die Nummern, welche auf Art beglaubigt waren, vermerkte man im Bau-Journal, und an einer Stelle die Sprengung nicht vollständig erfolgt war, ırde daselbst ein neuer Schuss eingebracht.

)amit die Arbeiter sich nicht gegenseitig behinderten, wurde ein Loch um das andere gebohrt und alsdann wurden die ıenliegenden nachgeholt. Sobald aber alle Schüsse einer geglückt waren, so schob man die sämmtlichen Flösse 6 weiter in den Strom hinein, stellte hier wieder die Reihe Bohrlöchern dar, und so fort, bis zum gegenüberliegenden e des Fahrwassers. Alsdann liess man die ganze Rüstung e Länge der Flösse stromab treiben, und begann hier auf's die Arbeit. Sobald die Leute eingeübt waren, bohrte jede schaft bis vier Löcher an einem Tage und man konnte mit hn Mannschaften, sonach täglich bis sechzig Schüsse ab-

.

)er Verfasser dieser Beschreibung besorgt, man werde vieldie Anwendung der Patent-Zündfäden tadeln, und meinen, die ganz gleichzeitige Entzündung einer grossen l Schüsse mittelst der galvanischen Batterie einen :rn Effect, und sonach mindere Kosten verursacht haben . Er sagt, dass er weder Anfangs dieser Ansicht gewesen, auch durch spätere Erfahrungen zu derselben gekommen Wenn man in einem Steinbruche einen grossen Block, ohne u zerbrechen, vom Lager lösen wolle, so sei die gleich-Explosion vieler Schüsse überaus wirksam, im vorliegenden sei es aber im Gegentheil Bedingung gewesen, die Masse cht viele Stücke zu zerbrechen, und dies werde, wie er :, vollständiger durch aufeinanderfolgende Explosionen, als eine gleichzeitige erreicht.

ːr fügt hinzu, dass auch in Bezug auf die Kosten der Patentlden vor der galvanischen Batterie den Vorzug verdiene.

Der mit Nr. 3 bezeichnete Patentzündfaden kostete für den Fu 0,6 Pence (6 Pfennige) daher die durchschnittlich gebrauch Länge von 15 Fuss nur 9 Pence (7½ Sgr.), wofür man ka die umsponnenen Drähte für die galvanische Leitung wieder h stellen könne. Bei der Biegsamkeit der leinenen Patronen wä es auch schwer gewesen sein, die Drähte beim Einsetzen, so beim Feststampfen des Besatzes in ihrer passenden Stellung erhalten. Der Verfasser glaubt nach vielfachen Erfahrungen, u nachdem er nahe an hundert tausend Fuss Patent-Zündfad verbraucht, erklären zu müssen, dass dieses so sinnreich d gestellte Fabrikat ihn allein in den Stand setzen konnte, die ga Arbeit so sicher zu vollenden.

Endlich werden noch die sonstigen Ausgaben angegeb Die ganze Einrichtung des Apparates kostete mit Einschluss Unterhaltung während sechs Monaten 300 Pfund Sterling (2 Thaler). Hierin sind die Anschaffungskosten und der Verbra von allem Holzwerk, die Miethe für die Böte, Ausrüstung der ben, die Kosten für Bohrröhren, für Eisen und Stahl zu den B rern und Visitireisen, für Tauwerk u. dgl. begriffen.

Ueber 4000 Schüsse waren bereits gemacht, und in den se Monaten werden wenigstens 6000 gemacht werden, auf jeden zelnen trifft sonach genau 1 Schilling (nahe 10 Sgr). Die Ar für jedes Bohrloch kostet mit Einschluss der Aufsicht und zugehörigen Untersuchungen, sowie des Tagelohns des Zimm mannes, des Schmiedes und der Feuerwerker 2½ bis 4 Schil (25 Sgr. bis 1 Thlr. 10 Sgr.). Der gewöhnliche Arbeiter e aber täglich 2½ bis 2¾ Schilling (25 bis 27 Sgr).

Die Kosten für den einzelnen Schuss sind demnach:

Einrichtung und Unterhaltung des Apparates	10	Sgr.	–
Arbeitslohn durchschnittlich	32	„	1
Die leinene Patrone	2	„	[illegible]
3 Pfund Pulver zu 5¼ Pence	12	„	[illegible]
15 Fuss Zündfaden	7	„	[illegible]
Pech, Talg, Schnur, Kohlen u. dgl. . . .	3	„	[illegible]
also im Ganzen 2 Thlr.	8	Sgr.	–

Da die einzelnen Schüsse 6 Fuss von einander en waren, und durchschnittlich der Felsen in der Tiefe von 3

ochen wurde, so löste jeder Schuss 4 Cubik-Yard (99
ss Preuss.) oder jeder Cubikfuss kostet nahe 8 Pfennige.
i manchen sehr harten Bänken wurden die Schüsse in
ungen von 5 Fuss angebracht, an andern Stellen dagegen,
Gestein besonders weich war, in 7füssigem Abstande. Im
inen wurde dagegen die Entfernung von 6 Fuss ange-
befunden.

ckford's Patent-Zündfaden besteht in einem sehr feinen
sch gewebten und mit Pech überzognen Schlauche aus
Derselbe ist so dünn, dass das darin enthaltne Pulver
en feinen Faden bildet, und sonach nicht sowohl explodirt,
mehr nur nach und nach abbrennt. Pasley erwähnt, dass
prengen in der Tiefe von 8 Faden (48 Fuss) unter Was-
e eine halbe Stunde vergeht, bevor der Schuss entzündet
Wenn dieser Umstand auch in sofern sehr günstig er-
als der Arbeiter, der den Zündfaden anbrennt, sich mit
Sicherheit jedesmal hinreichend entfernen kann, bevor die
on eintritt, so kann andrerseits eben wegen dieses langen
altes, namentlich bei lebhaftem Schiffsverkehr eine nach-
Störung desselben und sogar Gefahr herbeigeführt werden.
kommt noch, dass man das Aufsteigen der Luftbläschen
fangs deutlich wahrnimmt, dieses aber beinahe ganz auf-
enigstens aus der Ferne nicht mehr gesehn werden kann,
der Faden schon weit abgebrannt ist. Wenn sonach das
zufällig erlöscht, so bemerkt man dieses gar nicht, und
uss wegen der Möglichkeit einer etwas spätern Explosion
nge Zeit hindurch jede Annäherung vermeiden. Beim
npfen des Besatzes in dem Bohrloche wird die Beschädi-
es Zündfadens dadurch verhindert, dass er eine compacte
von hinreichender Widerstandsfähigkeit bildet, zugleich aber
weich ist, dass die scharfen Kanten der Steinstücke wohl
ke darin hervorbringen, jedoch ihn weder zerreissen noch
berfläche durchlöchern können. *)

Allgemeinen ist über die Wirkung der Explosio-
im Felsensprengen noch zu erwähnen, dass gemeinhin durch
nzelnen Schuss aus derbem Gestein ein kegelförmiges Stück

---

*) *ivil engineer and architect's Journal.* Vol. I. Seite 258.

ausgebrochen und zugleich vielfach zerrissen wird. Die Höhe dieses Kegels ist dem Abstande des Schusses von der Oberfläche gleich und seine Basis hat ungefähr jene Höhe zum Radius. Es kann indessen geschehn, dass der Schuss einer Seitenfläche des Felsens näher liegt, als der obern Fläche: alsdann erfolgt die Explosion auch nach der Seite, denn die Wirkung äussert sich jedesmal in derjenigen Richtung, wo der Abstand des Schusses von der äussern Fläche am kleinsten ist. Die erforderliche Pulvermenge ist ohne Zweifel von diesem Abstande abhängig: es fragt sich aber, ob sie der zweiten oder dritten Potenz desselben proportional sein muss. Käme nur die Trennung des kegelförmigen Körpers von der übrigen Masse in Betracht, so würde die nöthige Kraft der zweiten Potenz entsprechen, dagegen lässt die vollständige Zertrümmerung des gelösten Kegels und dessen Hebung oder Bewegung auf eine Kraft schliessen, die der dritten Potenz dieses Abstandes proportional ist. Die Beobachtungen, die Bald in einem Steinbruche in Irland anstellte,*) ergaben in der That, dass die Pulvermenge der dritten Potenz der Entfernung des Schusses von der nächsten Oberfläche des Steines proportional sein muss, wenn man des Erfolges gewiss sein und dennoch mit der geringsten Pulvermenge die Sprengung ausführen will. Es erklärt sich hieraus eine Thatsache, die man mehrmals bestätigt gefunden hat, dass nämlich bei tiefern oder minder tiefen Bohrlöchern der ganze Bedarf an Pulver derselbe bleibt, und der gelösten Steinmasse immer proportional ist. Zum Sprengen einer gewissen Masse ist daher dieselbe Quantität Pulver erforderlich, mag man die Schüsse sogleich bis zur vollen Tiefe einsetzen oder zuerst die obere und dann die untere Hälfte des zu lösenden Gesteins absprengen. Für jeden einzelnen Schuss braucht man aber im ersten Falle achtmal so viel Pulver als im letzten.

Hiernach entsteht die Frage, ob es in sonstiger Beziehung vortheilhafter sei, bei dem Sprengen einer hohen Felsbank nach und nach dünne Lagen zu lösen, oder dieselbe auf einmal in der ganzen erforderlichen Tiefe anzugreifen. Im ersten Falle muss man mehr Bohrlöcher darstellen, im zweiten müssen sie einen grössern Durchmesser erhalten. Das Letzte dürfte namentlich

*) *Civil engineer and architects journal.* Vol. III. Seite 165.

rbeiten unter Wasser viel leichter sein, da alle Vorbereitungen Bohren, so wie das Einbringen des Schusses und Besatzes weitere und engere Bohrlöcher gleich mühsam sind, und mit her Sorgfalt ausgeführt werden müssen. Dazu kommt aber , dass die Höhe jenes abbrechenden Kegels keineswegs der fe des Bohrloches, sondern nur dem Abstande der obern s der Pulverbüchse von der Oberfläche der Felsbank gleich Jedes einzelne Bohrloch muss sonach, mag es mehr oder er tief ausgeführt werden, ausser jenem Verhältnisse noch lie Höhe der Pulverbüchse verlängert werden. Hieraus er- sich wohl unbedingt, dass man die Sprengungs-Arbeiten Wasser am leichtesten und wohlfeilsten ausführt, wenn man 'elsbank mit einem Mal in der ganzen erforderlichen Tiefe ift.

Nach den wenigen bekannt gewordnen Erfahrungen über die lerlichen Pulvermengen wird man, wenn Arbeiten dieser orgenommen werden sollen, nicht erwarten dürfen, sogleich ichtige Maass zu treffen. Es darf kaum erwähnt werden, es bei dieser Unsicherheit immer vortheilhafter ist, etwas zu als zu wenig Pulver zu gebrauchen, denn der Schuss äus- gar keine Wirkung und die Kosten desselben sind ganz nutz- erwendet, wenn er nicht kräftig genug ist, um die Festigkeit Steines zu überwinden. Man kann indessen leicht verleitet en, grössere Pulvermengen zu verbrauchen, als erforderlich und die überflüssigen Mehrkosten beziehen sich in solchem nicht allein auf das Pulver selbst, sondern die Bohrlöcher en auch weiter gebohrt werden, und sind zugleich etwas ieriger mit dem Besatz zu versehen. Hiernach ist es gewiss rathsam, beim Beginne ausgedehnter Sprengungs-Arbeiten st durch Versuche einen sichern Maassstab in Betreff der Pul- enge sich zu bilden. Bei allen mechanischen Operationen sich die Verschwendung an Kraft durch nutzlose und häufig r durch nachtheilige Neben-Effecte zu erkennen. So geschieht uch hier. Wenn die gelösten Steine weit umher geschleudert en, oder das Wasser darüber stark aufspritzt, so ist dieses Zeichen, dass man überflüssig grosse Pulvermengen benutzt hat.

Der Besatz wird bei den meisten Sprengungs-Arbeiten, hl über, als unter Wasser aus Thon, der gemeinhin mit Kies

oder Ziegelstückchen versetzt ist, oder auch aus feinen und scharfen Steinbrocken, jedoch von einer weichen Steinart gebildet und zwar stampft man diese Körper mit einem Ladestocke in das Bohrloch ein, damit sie beim Stosse des Pulvers nicht sogleich herausfliegen, sondern durch die Reibung hinreichend festgehalten werden. Dieses Feststampfen ist aber theils mühsam und theils gefährlich, namentlich kann der Zündfaden, wenn er schon früher eingesetzt ist, leicht beschädigt werden. Man hat vielfach versucht, einen solchen festen Besatz durch eine lose Schüttung von trocknem Sande zu ersetzen, und es leidet keinen Zweifel, dass dieselbe bei Arbeiten über Wasser ganz brauchbar ist, wenn allerdings auch grössere Quantitäten und vielleicht die doppelten Pulvermengen hierbei erforderlich werden. Bei der Schiffbarmachung des Jumna, eines Nebenflusses des Ganges, wurde behufs der Beschleunigung der Arbeit die Sandschüttung auch beim Sprengen unter Wasser angewendet. Es kam nämlich nur darauf an die kurze Dauer des niedrigen Wasserstandes möglichst vortheilhaft zu benutzen, und alle Arbeiten zu vermeiden, die besondere Geschicklichkeit oder Uebung und Vorsicht erforderten. Arbeiter zum Bohren waren reichlich vorhanden, woher die etwas grössere Weite und Tiefe jedes Bohrloches nicht in Betracht kam, und der Mehrbedarf an Pulver durfte nicht beachtet werden. Unter diesen Umständen entschloss man sich zur Wahl des Sandbesatzes und zwar enthielt die Patrone selbst, die zum dritten Theile mit Pulver angefüllt war, schon den feinen trocknen Sand. Sie war 2½ Fuss lang, 2 Zoll dick und nur dadurch wasserdicht gemacht, dass man sie reichlich mit Fett eingerieben hatte. Diese Vorsicht genügte auch, da jedesmal unmittelbar nach dem Einsetzen der Patrone der Zündfaden angebrannt wurde und sonach schon aus diesem Grunde keine starke Benetzung eintreten konnte. Es dürfte indessen zweifelhaft erscheinen, ob bei diesem Verfahren der Felsen wirklich noch gesprengt, und nicht vielmehr der Sand nur aus dem Bohrloche herausgeschossen worden sei, wie das Schrot aus einer Flinte. Hierbei muss jedoch daran erinnert werden, dass schon bei manchen oben erwähnten Sprengungs-Methoden dieselbe Besorgniss gleichfalls angeregt wird, während es That-sache ist, dass die Methode wirklich zum Ziele führte. Aus den ferneren Mittheilungen über die in Ost-Indien ausgeführten Ar-

ı ergiebt sich aber auch sehr deutlich der ganze Zusammen-
. Man hatte nämlich auch in Delhi in demselben Gestein
ıtende Sprengungen vorgenommen, die jedoch im Trocknen
eführt wurden, und wobei man den gewöhnlichen Lehmbesatz
ndete. Eine Vergleichung beider Arbeiten ergab, dass der
tz aus Sand durchschnittlich dreimal so viel Pulver erforderte,
er letzte. *) Die Erscheinung schliesst sich also an die
ınte Erfahrung an, dass man auch Feuergewehre leicht spren-
kann, wenn man sie übermässig stark ladet.
Eine andere an Feuergewehren gemachte Erfahrung hat aus-
n den Vorschlag veranlasst, die bisher beschriebene Spren-
-Methode etwas zu verändern. Man hat nämlich vielfach
kt, dass Büchsen und selbst Geschütze leicht springen, wenn
ropf nicht unmittelbar auf der Pulverladung ruht, und vielmehr
bedeutende Luftmasse zwischen beiden sich befindet. Die
he dieser Erscheinung kann man wohl nur darin suchen,
der Pfropf beim ersten Beginne der Explosion noch nicht in
gung kommt, und die Reibung, welche ihn an der Stelle
wo er eingesetzt ist, erst überwunden wird, nachdem sich
eine grosse Quantität stark gespannten Gases erzeugt hat,
it Heftigkeit gegen die Seitenwände drückt, und zwar in
grösseren Länge des Bohrloches, als wenn der Pfropf un-
bar auf dem Pulver aufstände. Es scheint in der That,
eine solche Anordnung des Schusses beim Steinsprengen
eilhaft sein müsste. Entscheidende Versuche sind hierüber,
l bekannt, noch nicht angestellt worden, wiewohl bei der letz-
prengung am Binger-Loche allerdings in dieser Weise schon
hren ist. Ausserdem darf man nicht übersehn, dass in die-
Falle das Bohrloch entweder eine grössere Länge erhalten,
der Besatz weniger hoch werden muss und sonach in and-
Beziehung eine Verminderung der Wirkung eintreten kann.
Schliesslich erwähne ich noch, dass das Volum des Ga-
welches sich beim Entzünden des Pulvers entwickelt, nach-
es abgekühlt ist, 244mal, und in der ursprünglichen Tem-
ır sogar 1000mal so gross ist, als das des Pulvers. Wenn
also annehmen dürfte, dass der Pfropf oder der Besatz wäh-

*) *Civil engineer and architects journal.* Vol. I. Seite 292.

rend der ganzen Dauer der Explosion nicht nachgäbe (was dessen wohl niemals geschieht), so würden die Steinwände Pulverraums einen Druck von tausend Atmosphären erle Unter derselben Voraussetzung bliebe aber der Gesammtd gegen die Seitenwände des Bohrloches immer derselbe, wie g auch der freie Zwischenraum zwischen der Pulverbüchse und Besatz angenommen wäre.

Die Entzündung der Schüsse unter Wasser ges bis vor wenigen Jahren in England gewöhnlich in der Weise, man auf die Blechbüchse, die den Schuss enthielt, eine Zündr löthete, die bis über Wasser reichte, aber weder mit losem P gefüllt war, noch auch einen Zündfaden enthielt, sondern leer blieb. Durch diese Röhre liess man ein Stückchen glü des Eisen auf das Pulver herabfallen, wodurch sogleich Explosion bewirkt wurde. Diese Methode war besonders Anwendung der Taucherglocke sehr bequem. Das Bohren in Felsen, sowie das Einsetzen des Schusses und das Auftri des Besatzes erfolgte alsdann in gleicher Weise und fast e leicht, als an freier Luft. Die Zündröhre, aus Weissblech stehend, ragte aus dem Bohrloche heraus und ihre Mündung frei in der Taucherglocke. Bevor die Taucherglocke ge wurde, schrob man ein Ansatzstück an die Röhre, und wiederholte sich so oft, bis endlich die Röhre über die Obe des Wassers trat. Zu diesem Zweck war jeder Theil der sowohl oben wie unten, mit einem aufgelötheten Schraubeng aus Messing versehn. Nachdem die Glocke beseitigt wa man mit einem Boote an die Mündung der Röhre, befestig schwache Leine daran, um sie bei andern Schüssen benutzen zu können, und warf das glühende Eisenstückch ein. Die Explosion war über dem Wasser, wenn desse 12 Fuss oder mehr betrug, kaum zu bemerken. Die Röh aber jedesmal dicht über dem Bohrloche ab, und wurde die Höhe geworfen, ohne jedoch im übrigen Theile ihre beschädigt zu werden. Man konnte daher alle Ansatzstü selbst das untere Schraubengewinde bei fernern Sprengun ten wieder gebrauchen.

In neuster Zeit pflegt man in England bei Sprengun ten in grösserer Tiefe den galvanischen Strom zu

ı des Pulvers zu benutzen. Es ist bekannt, dass ein dün-
atin - oder Eisendraht in der geschlossenen Kette einer kräf-
Säule glühend wird, und leicht entzündbare Körper, die er
t, in Brand setzt. Auf dieser Erscheinung beruht das neure
ren. Die Pulverbüchse ist ausser der Oeffnung zum Füllen
ner zweiten und zwar am obern Ende versehn. Letztere
ıittelst eines Korkes geschlossen. Bevor der Kork aber
etzt wird, steckt man die beiden gehörig zubereiteten Kupfer-
hindurch, so dass ihre Enden beim spätern Einsetzen des
ı ungefähr in die Mitte der Büchse treffen. Man beseitigt
ıen Enden die Bekleidung der Drähte und befestigt an beide
mehrmaliges Umwinden einen recht feinen Stahldraht. Als-
teckt man den Kork in die Oeffnung, und überzieht ihn,
er vollkommen wasserdicht schliesse, mit Wachs oder Sie-
, die beiden äussern Drähte werden aber schwach um ein-
gewunden, damit sie um so leichter zu handhaben sind.
üllt hierauf die Büchse mit Pulver an, bringt sie mittelst
ıucherglocke oder auf andere Weise in das Bohrloch, und
ıt letzteres in gewöhnlicher Art mit dem Besatze, wobei
die Drähte sorgfältig vor Beschädigung gesichert werden
ı, denn wenn der Ueberzug, der sie isolirt, an einer Stelle
rochen wäre und die metallische Oberfläche mit dem Was-
Berührung käme, so würde der galvanische Strom schon
das letztere treten, ohne den feinen Draht in der Büchse
ühren.

ie erwähnte Zurichtung der Kupferdrähte geschieht, indem
ie mit feiner Baumwolle bespinnt in ähnlicher Weise wie
zur Darstellung der Stengel für künstliche Blumen geschieht:
dem aber überzieht man sie mit einer Auflösung von Kaut-
. Auf diese Weise wird die Isolirung so vollständig, dass
ähte sogar um einander gewunden werden können, ohne
er galvanische Strom aus dem einen in den andern über-
kann. Die beiden Enden werden, nachdem Alles vorbereitet
einem Boote mit den beiden Polen einer kräftigen galvani-
Batterie in Verbindung gesetzt, und die Explosion erfolgt
elbar darauf.

n Vorzug dieses Verfahrens beruht darauf, dass man, wenn es
rlich ist, mehrere und sogar eine ganze Reihe von Schüssen

genau gleichzeitig anzünden kann. Man darf zu diesem Zw nur die Drähte, welche die Kette bilden, durch die sämmtli Pulverbüchsen hindurchführen und in jeder einzelnen die f Stahldrähte einsetzen. Ein andrer Vortheil dieser Methode, namentlich bei sehr bedeutenden Ladungen in Betracht kommt dieser, dass man die Entzündung aus weiter Entfernung vor men kann, und sonach die hiermit beschäftigten Personen sich den etwa umhergeworfenen Felsstücken und andern Gegenstä so wie auch vor den aufwallenden Wassermassen sichern kön

Man hat bei dieser Anwendung des galvanischen Str in gleicher Weise wie bei den Telegraphen versucht, nur Leitungsdraht zu benutzen, und den andern durch das W selbst zu ersetzen. Auch hierbei ist die Entzündung er nichts desto weniger, wie es scheint, doch minder sicher, al Anwendung zweier Drähte.

Das Sprengen unter Wasser hat nicht immer die Abl der vorragenden Theile von Felsbänken oder die Zerklein grosser Geschiebe zum Zweck, es ist mehrfach auch zur Be tigung von gesunkenen Schiffen benutzt. In vielen her gehörigen Fällen brach man nur das Deck auf, um die cherglocke in den Schiffsraum herablassen und die Ladung ausbringen zu können, wodurch zuweilen auch die Hebung Wrackes möglich wurde. Andrerseits hat man aber auch günstigem Erfolge den Versuch gemacht, Schiffswracke, di Fahrwasser lagen und deren Fortschaffung auf andere Weise möglich war, hierdurch vollends zu zertrümmern.

In der letzten Beziehung sind besonders die Arbeiten wi welche der Oberst Pasley mehrere Jahre hindurch ausführte, u Wrack auf Spithead oder auf der Rheede von Portsmouth z seitigen. Das Linienschiff Royal George war 1782 hier ges Von den neunzig Kanonen, die es führte, brachte man in d ben Jahre funfzehn heraus und zwar mittelst der Taucher Im folgenden Jahre versuchte man das Wrack zu heben mit so wenig Erfolg, dass das Lichterschiff, welches hie nutzt wurde, gleichfalls versank, und bis auf die neueste Z ben dem Royal George lag. Beide Schiffe waren in so Wasser gesunken, dass auch die grössten Schiffe darüber konnten, ohne sie im entferntesten zu berühren, nichts de

war dadurch der Ankergrund verdorben, und in dieser Be-
ıg versuchte man in neuster Zeit wieder die Wracke zu
nen. Die Rheede Spithead zwischen Portsmouth und der
Wight gelegen, ist namentlich für die Kriegsflotte von der
rsten Wichtigkeit. Der Französischen Küste gegenüber bie-
s einen sichern Zufluchtsort, der immer um so leichter zu-
ich ist, als die Schiffe sowohl westlich als östlich von der
einlaufen, und eben so leicht bei allen Winden wieder aus-
ı können. Der Ankergrund ist gleichfalls von der besten
ıaffenheit, aber um so nöthiger war es, die Wracke zu be-
en, worin sich die Ankertaue häufig verfingen, und dadurch
nur das Lichten der Anker erschwerten, sondern auch die
nden Schiffe selbst in Gefahr brachten.
1834 und in den folgenden Jahren versuchte man mit An-
ung recht zweckmässiger Taucher-Apparate das Wrack
veise zu lösen und auszuwinden. Da es jedoch mit Schlamm
üllt war, so gelang dieses nur in unbedeutendem Maasse,
der ganze Erfolg der damaligen Arbeiten beschränkte sich
entheils auf die Herausschaffung von acht und zwanzig Ka-
. 1839 übernahm der Oberst Pasley die Leitung und ob-
noch mehrere Kanonen gehoben wurden, so richtete er doch
Augenmerk vorzugsweise auf die Beseitigung des Wrackes
. Dasselbe war indessen noch fest verbunden, woher die
ıg der einzelnen Stücke bei Anwendung der gewöhnlichen
sehr langsam von Statten ging. Aus diesem Grunde wur-
prengungs-Arbeiten versucht und grosse Quantitäten Pulver
d neben dem Wracke entzündet. Von der Wirksamkeit die-
ittels hatte sich Pasley schon vorher durch manche Versuche
ugt, und namentlich war es ihm gelungen, dadurch einige
e, die in der Mündung der Themse versunken waren, und
'ahrwasser zum Theil sperrten, sehr schnell fortzuschaffen.
ugust 1839 wurden einige Schüsse von 45 Pfund Pulver
t, doch bemerkte man bald, dass nur von einer viel kräftige-
ırschütterung des Wassers der beabsichtigte Erfolg und na-
ich die Fortspülung des Schlammes zu erwarten sei, der das
k bedeckte. Es wurde daher eine stärkere Ladung von
Pfund versucht. Die Wassertiefe darüber betrug 14 Faden
'uss). Bei der Explosion empfand man auf den Lichter-

fahrzeugen in der Nähe einen Stoss, dem eines starken Erd-
bebens nicht unähnlich, doch erst zwei Sekunden später brach die
Luftmasse in einem Raume von 40 bis 50 Fuss Durchmesser
hervor. Eine starke Erhebung des Wassers zeigte sich nicht,
auch der Wellenschlag war nicht bedeutend, aber die weisse
Schaummasse wurde bald durch das nachfolgende schwarze Was-
ser verdrängt, welches durch den aufgelösten Schlamm dunkel
gefärbt war.

Im folgenden Monat versuchte man eine noch viel stärkere
Ladung. Ein Cylinder, der 2326 Pfund Pulver enthielt, wurde
an derjenigen Stelle, wo das Wrack, soweit man bemerken konnte,
am festesten zusammenhielt, herabgebracht. Zu diesem Zwecke
mussten die Taucher zuerst starke Bolzen im Boden des Schiffes
befestigen, hieran wurden Blöcke eingehakt, und mittelst letzterer
die grosse Pulverbüchse herabgezogen. Das Fahrzeug, worin die
galvanische Batterie sich befand, lag 500 Fuss entfernt. Im
Augenblicke der Explosion gerieth die vorher ganz ruhige Was-
serfläche in zitternde Bewegung und wurde mit unregelmässigen
Wellen bedeckt, die jedoch nur wenige Zolle hoch waren. Diese
Erscheinung dauerte 3 oder 4 Sekunden, dann erhob sich die
Oberfläche des Meeres in anscheinend ganz compakter Masse wie
ein grosser Dom, der anfangs langsam, bald aber mit zunehmen-
der Geschwindigkeit aufstieg, sich oben ausbreitete, und nachdem
er 28 bis 30 Fuss gestiegen war, zurückfiel, worauf ein heftiger
Wellenschlag entstand. Die Erschütterung, welche man im Augen-
blick der Explosion auf den in der Nähe liegenden Fahrzeugen
fühlte, war nur unbedeutend, auch durch das Gehör gab sich die
Explosion viel schwächer zu erkennen, als man erwartet hatte.

Von der Wirkung dieses Versuches konnte man sich erst
viel später überzeugen, da die inzwischen eintretende stürmische
Witterung dieses anfangs verhinderte. Der Erfolg zeigte sich
aber bei der im nächsten Sommer vorgenommenen Prüfung durch-
aus günstig, indem der Zusammenhang des Wrackes wesentlich
aufgehoben war, und eine grosse Menge Holz heraufgeholt
werden konnte.

Im Juni 1840 wurde wieder eine ähnliche Sprengung ver-
sucht, doch diesmal nicht im Schiffsraume, sondern ausserhalb
desselben und zwar am Hintertheile. Der Taucher befes-

der, der 2116 Pfund Pulver enthielt, an einem der Haken, das Ruder gehangen hatte, und zwar etwa 8 Fuss über Kiel. Die Wirkung des Schusses war diesesmal von dem rn wesentlich verschieden und ohne Zweifel rührte dieses n her, dass die Explosion nicht im eingeschlossenen Raume, ern im freien Wasser erfolgte. Der Wasserberg hob sich n halb so hoch, als im vorigen Jahre, aber die Wellenbewegung so heftig, dass alle in der Nähe liegenden Schiffe wie in dem en Wasser nach einem heftigen Sturme zu rollen (seitwärts schwanken) anfingen. Eine Menge todter Fische bedeckte Oberfläche und mit diesen schwammen zahllose Talglichte und e Butterfässer umher: ein Beweis, dass die Wand der Vorskammer durchbrochen war.

Die Reste des Hintertheiles vom Schiffe konnten hierauf leicht oben werden: aber vorn steckte noch eine Masse Inhölzer dem Grunde hervor, und die Beseitigung derselben war unglich, so lange der thonige Niederschlag das Wrack überdeckte l füllte. Nach einer sorgfältigen Untersuchung des ganzen ackes und der Erdschicht, die dasselbe bedeckte, entschloss n sich im August 1840 zu diesem Zwecke noch eine ungefähr nso starke Pulverladung im vordern Raume, etwa unter der lle, wo der Wachtposten für das Vorder-Deck steht, explodi- zu lassen. Der Cylinder wurde diesesmal mit 25 Parrels Preussischen Scheffeln) oder 2250 Pfund (nahe 20 Preussische ntner) Pulver gefüllt und an der erwähnten Stelle befestigt. dem schönen Wetter hatte eine grosse Menge von Zuschauern h eingefunden, die in Segel- und Ruderböten im Umkreise von er halben englischen Meile das Wrack dicht umgaben. Im genblicke der Explosion erbebte das Meer, wie eine feste Masse: i Sekunden später sprang ein Wasserberg etwa 20 Fuss hoch Darauf erfolgte ein zweiter Stoss und eine mächtige Waspyramide erhob sich nach den verschiedenen Messungen 80 r 100 Fuss hoch und zerstob in der Luft, so dass rings um- bis über 100 Yards (300 Fuss) Entfernung ein förmlicher sserstürz entstand, und alle Zuschauer, die sämmtlich noch ter zurückgewiesen waren, wurden durchnässt, wie bei einem tigen Gewitter-Regen. Die spätere Untersuchung zeigte in der at, dass der Erfolg der Erwartung entsprochen hatte, denn der

thonige Niederschlag war durch die Explosion vollständig ausgetrieben, oder doch so gelöst, dass der Fluthstrom ihn spülen konnte. Zugleich war das Wrack hinreichend zerbro um alle noch vorragende Theile desselben lösen und hebe können.

In der vorstehenden Beschreibung, die ich aus verschie Mittheilungen in Englischen Zeitschriften und selbst aus tungsnachrichten entnommen habe, sind nur die grössern S gungs-Versuche an diesem Schiffe erwähnt. Ausserdem w noch vielfach einzelne Theile des Wracks, die man lösen w durch schwächere Schüsse abgebrochen. Die Taucher st dabei nicht in der Glocke herab, sondern benutzten andere parate, von denen im Folgenden die Rede sein soll. Sie suchten nicht nur das Wrack um die Sohle des Meeres, son mussten auch die Taue um die einzelnen Verbandstücke Schiffes schlingen und festknüpfen, damit dieselben gehoben den konnten. Sehr vortheilhaft zeigte sich hierbei wieder di bogene Nadel, die schon früher (§. 92) beschrieben ist. Mi derselben konnte man sogar Verbandstücke, die ganz im Gr steckten, gehörig fassen und anbinden, nachdem ihre Lage d Visitir-Eisen ermittelt war. Im Jahre 1841 hatte man vom R George, sowie auch von dem daneben gesunkenen Lichter zeuge bereits 18,000 Cubikfuss Holz gehoben. Die Arbeit w indessen damals noch nicht beendigt, sondern ist noch bis fortgesetzt. Gegenwärtig ist jede Spur des Wracks vom G des Meeres verschwunden, wenigstens ragt kein Stück dess darüber hervor, und sonach ist der Ankergrund wieder vol dig gereinigt.

§. 94.

Taucher-Apparate.

Der Mensch besitzt nicht die Fähigkeit, die im Was findliche Luft aufzusaugen, wie die Fische dieses mitte Kiemen thun: er kann daher ohne Benutzung besonderer rate nicht länger unter Wasser bleiben, als die in der befindliche Luftmenge ausreicht. Sobald diese erschöpft i der zur Erhaltung des Lebens nothwendige Athmungs-

und der Mensch erstickt. Der geübte Taucher, der sich, r er herabsinkt, mit einem reichen Vorrathe von Luft versehn und denselben möglichst vorsichtig verwendet, kann leicht eine Minute unter Wasser bleiben, bei grosser Uebung auch bis zwei Minuten. Die Ansammlung einer bedeutenden ntität Luft in der Lunge wird aber dadurch sehr erschwert, der Druck des Wassers schon in mässiger Tiefe den Kör-stark zusammenpresst und eine grosse Anstrengung der tmuskeln erforderlich wird, um die Luft zurückzuhalten. Das ige Tauchen bis zu grosser Tiefe ist aber auch für die Ge-lheit nachtheilig. Dieses giebt sich besonders beim Perlen-hen zu erkennen, indem die dabei beschäftigten Taucher bald rkranken pflegen und frühzeitig sterben. Dieselben bleiben mal einige Minuten unter Wasser und um die Dauer der tauchung möglichst abzukürzen, binden sie einen 20 bis 30 d schweren Stein an die Füsse, wodurch die Tiefe, die ge-hin etwa 10 Faden beträgt, um so schneller erreicht wird. versehn sich auch noch mit einer Art von äussern Luftma-, indem sie einen mit Oel gedrängten Schwamm an den Arm en und diesen zuweilen an den Mund halten, um die darin altene Luft einzusaugen. Sobald sie aber den Mangel an her Luft nicht länger ertragen können, so lösen sie schnell Stein von ihren Füssen und schütteln die Leine, welche ih-um den Leib gebunden ist, worauf sie sogleich in die Höhe gen. werden.

Bei der Ausführung von Wasserbauten, und namentlich beim eitigen von Gegenständen, die auf dem Grunde liegen, ist es ig höchst wichtig, unter den Arbeitern einen Mann zu haben, die Kunst des Tauchens versteht und wenigstens eine Minute r Wasser bleiben kann. Eine solche kurze Zeit genügt in-sen keineswegs zum Beseitigen oder Befestigen mancher Ge-stände, und noch weniger um einzelne Theile derselben zu n oder andre Verrichtungen auszuführen, die besondere Kraft-rengung oder Sachkenntniss und Vorsicht erfordern. Es er-t sich hieraus, welche ausserordentliche Vortheile solche Ap-ite haben, mittelst deren man den Aufenthalt in der Tiefe ohne n Nachtheil für die Gesundheit, und sogar mit möglichster itigung jeder Unbequemlichkeit beliebig ausdehnen kann, die

also eben sowohl von dem aufsichtsführenden Baumeister u
als auch von Maurern, Steinhauern und jedesmal von denje
Arbeitern benutzt werden können, welche in den vorkomme
Verrichtungen die meiste Uebung und Geschicklichkeit besi

Diese Aufgabe ist in neuster Zeit so vollständig g
dass man fast alle Arbeiten in jeder beliebigen Tiefe unter
ser beinahe eben so bequem, wie in freier Luft ausführen
Das Tauchen und zwar besonders in der Glocke ist aber so
gefährlich oder unangenehm, dass in dem *Polytechnical Insti*
in London jeden Abend mehrere Herren und oft selbst D
aus Neugierde in die Taucherglocke steigen, und etwa eine
tel-Stunde lang 12 Fuss unter Wasser bleiben. Der mi
Taucherhelm versehne Diener springt aber jedesmal in den
nen und zeigt seine Geschicklichkeit im Wiederfinden herabg
ner Gegenstände, sobald man einen Six-Pence hineingeworfe

Die Taucher-Apparate bestehn in starken luftdichten K
die entweder nur den Kopf des Tauchers umschliessen un
nach seine Arme und Füsse ganz frei lassen, oder die so ger
sind, dass sie nicht nur den ganzen Körper umgeben, so
sogar mehrere Personen aufnehmen, welchen also die Gel
heit geboten wird gemeinschaftlich eine Arbeit auszuführen
ersten Falle heisst der Apparat Taucherhelm, im z
Taucherglocke. Für die Beseitigung der ausgeathmete
die Einführung reiner atmosphärischer Luft muss aber je
Sorge getragen werden, weil der Raum nicht gross gen
um das nöthige Quantum zu enthalten. Nach Halley's Be
tungen bedarf der Mensch in der Minute ungefähr 1 Gallo
d. h. in nahe 7 Minuten 1 Cubikfuss. Wenn aber die
athmete Luft wieder in denselben Raum zurückgestosse
so kann man nur so lange noch nothdürftig darin athm
die Luft zur Hälfte rein ist. Hiernach genügt ein Luftra
1 Cubikfuss Inhalt nur für etwa 3 Minuten. Andre Beobac
haben ergeben, dass in einer Glocke von 1 Ton oder 35
fuss Inhalt nur während einer Stunde ohne besondere Bes
eine Person aushalten konnte, wenn die Luft darin nich
wurde.

Die Benutzung des Taucherhelms ist jedenfalls
niger umständlich, als die der Glocke, und erfordert zuweil

…re Vorbereitung. Ueberdies ist der damit versehene Taucher … auf einen geringen Raum beschränkt, sondern kann frei auf … Grunde des Meeres herumgehn, verlorene Gegenstände auf…en, dieselben lösen und befestigen, und sogar in die Schiffs…e eindringen. Aus diesem Grunde wird der Helm in allen …en gebraucht, wo dergleichen freie Bewegungen erforderlich …, während die Benutzung der Glocke sich auf solche Arbeiten …hränkt, die an einer bestimmten eng begrenzten Stelle vor…mmen werden. Letztere gewährt alsdann aber den grossen …theil, dass die Arbeiter in der gewöhnlichen Kleidung und im… in dem lufterfüllten Raume bleiben, sich also viel leichter …egen und weit mehr leisten können. Der mit dem Helme …sehene Taucher athmet eine Luft ein, die nicht stärker als …r Wasser gespannt ist: dieselbe Spannung bleibt daher auch …nnern seines Körpers und seine Glieder, welche nicht vom …ne umschlossen sind, erleiden den vollen Druck des Wassers, …her der Tiefe der Eintauchung entspricht. Schon bei der …fe von etwa 20 Fuss ist dieser Druck so stark, dass die Cir…tion des Blutes erschwert wird, und die Glieder in Kurzem …f werden. Will man den Taucherhelm auf grössere Tiefen …enden, so bleibt nichts anders übrig, als den ganzen Körper … Ausnahme der Hände zu bepanzern, um den Wasserdruck … allen Gliedern abzuhalten, namentlich muss man aber schwere …erne Stiefel anwenden, weil die Füsse am meisten zu leiden …egen.

Mehrere Taucher-Apparate ähnlich den Taucherhelmen be…reibt Leupold, *) er theilt auch eine Kupfertafel aus einer 1511 … Erfurt erschienenen Uebersetzung des Flavius Renatus Vegetius …, worauf ein Mann in einer Kleidung dargestellt ist, die ihn …z umgiebt, und über dem Kopfe in einen Schlauch ausläuft, …sen Mündung mittelst einer angebundnen Blase über Wasser …alten wird. Diese Anordnung stimmt schon wesentlich mit …em Taucherhelme überein. Leupold erwähnt ferner, dass 1715 … gewisser Becker mittelst eines Apparates, der dem später zu …chreibenden Klingertschen sehr ähnlich war, in die Themse … London tauchte und eine Stunde unter Wasser blieb. Zwei

*) *Theatrum pontificiale.* Leipzig 1726.

Jahre später soll derselbe Apparat auch in Hannover von einem Taucher versucht sein. Lorini beschreibt einen Apparat, der gleichfalls mit Luftröhren versehen war, wobei der Taucher auf einem Stuhle sitzend herabgelassen wurde.

Andere Apparate, die man nicht Taucherhelme nennen kann, sind gleichfalls schon seit langer Zeit versucht oder wenigstens erfunden worden. Borelli's Erfindung, den Taucher mit einer zu comprimirenden Luftblase und mit Schwimmfüssen zu versehn, ist wohl zu abentheuerlich, als dass die Beschreibung hier wiederholt werden dürfte. Rove's Taucherkasten soll*) dagegen im Jahre 1753 wirklich ausgeführt sein. Derselbe bestand in einer grossen etwas gekrümmten Röhre aus Kupferblech, die so lang und weit war, dass ein Mensch darin liegen konnte. Auf der untern Seite waren zwei Aermel von Leder befestigt, in welche der Taucher die Arme steckte und sonach ausserhalb des Kastens Gegenstände fassen konnte, während eingesetzte Glasscheiben ihn die nächsten Umgebungen erkennen liessen. Die eingeschlossene Luft, die nicht erneut wurde, war hinreichend, um während einer halben Stunde das Athmen zu gestatten.

Besonders wichtig ist der Klingertsche Taucher-Apparat. Der Erfinder sägte 1797 zum Beweise der Brauchbarkeit desselben am Bette der Oder bei Breslau einen starken Stamm durch und stellte manche andere Proben damit an. Der Apparat ist später vielfach angewendet und verdient wegen seiner sinnreichen Anordnung speciell beschrieben zu werden. Er wird mit einigen Aenderungen auch in neuester Zeit noch benutzt. Fig. 234 Taf. LIII. stellt ihn dar. Er besteht in einem starken Cylinder aus Kupferblech, der oben durch einen Kugelsegment geschlossen ist. Dieses Stück bedeckt den Kopf des Tauchers und ruht mit einem breiten Rande auf dessen Schultern. Ein zweiter ähnlicher Cylinder, der den Körper des Tauchers zwischen den Armen und den Hüften bedeckt, hat denselben Durchmesser wie der obere. Beide sind durch einen eben so weiten wasserdichten Schlauch aus Leder verbunden, der mit Aermeln verseh

*) *Edinburgh Encyclopaedia.* Vol. VIII. Aus den Artikel Diving und Diving Bell sind verschiedene Mittheilungen hier übernommen.

Letztere werden mittelst breiter Riemen fest auf die Arme
nden und dadurch wasserdicht geschlossen. Dieser Schlauch
sowohl oben als unten über die kupfernen Cylinder gestreift,
Knöpfe befestigt und mittelst eiserner Zugbänder, die mit
auben versehen sind, wasserdicht angeschlossen. Den Unter-
des Körpers bedeckt eine lederne Hose, die wieder über den
n Cylinder gestreift und an demselben mit Knöpfen und einem
ande, so wie auch an den Schenkeln des Tauchers mit
ien befestigt wird.

Zum Ab- und Zuführen der Luft dienen ferner zwei dünne
serdichte Lederschläuche von etwa 1½ Zoll Durchmesser, die
h spiralförmig gewundene Drähte offen gehalten werden. Der
mündet unmittelbar in den Helm, dieser führt die frische
zu. Der andre ist mit einem Mundstücke aus Elfenbein
ehn und der Taucher muss hier die auszuathmende Luft hinein-
en. Beide reichen bis über die Oberfläche des Wassers und
len durch anzuschraubende Ansatzstücke jedesmal, soweit es
rderlich ist, verlängert. Ausserdem befindet sich in jeder
re eine kleine Metallbüchse, welche das etwa eindringende
ser aufnimmt und dadurch ein Verstopfen der Röhre verhin-
. Diese Büchsen sind am Gürtel befestigt.

Vor den Augen des Tauchers sind zwei starke Glasscheiben
esetzt: ausserdem ist in der Kopfbedeckung ein Ventil ange-
ht, das sich nach aussen öffnet. Dieses schlägt der Taucher
sobald er wieder an die Oberfläche kommt, um ganz unab-
ig von der Zuleitungsröhre sogleich den freien Zutritt der
hen Luft darzustellen. Endlich befindet sich am untern
der, und zwar in einer kleinen Erweiterung desselben eine
te Druckpumpe, mittelst deren der Taucher das Wasser ent-
, welches etwa in den Cylinder eingedrungen sein sollte.

Der Helm ist so geräumig, dass er seines Gewichts unerachtet
Taucher schwimmend erhält. Sobald dieser daher herab-
en will, muss er sich noch mit andern Gewichten belasten.
iesem Zweck ist der untere Cylinder mit einer Reihe von
n umgeben, auf welche so viele Gewichte gehängt werden,
der Taucher mit dem Drucke von wenig Pfunden herabsinkt.
ird dadurch in den Stand gesetzt, auf weichem schlammigen

Boden zu gehn, indem er beinahe vollständig durch den hydrostatischen Druck getragen wird und jedes Einsinken aufhört. Wenn aber zufälliger Weise der Apparat in Unordnung geräthen und für den Taucher irgend eine Gefahr entstehn sollte, so darf derselbe nur die angehängten Gewichte abwerfen, worauf er sogleich durch den hydrostatischen Druck bis zur Oberfläche des Wassers gehoben wird, und wenn er nunmehr das Ventil öffnet, so strömt ihm nicht nur unmittelbar reine Luft zu, sondern er wird auch in den Stand gesetzt, sich mit den andern Arbeitern durch Zurufen zu verständigen.

In diesem Taucher-Apparate wird die Spannung der Luft nie grösser, als an der Oberfläche des Meeres: die Unannehmlichkeit des starken Luftdruckes im Innern des Körpers findet also hierbei nicht statt, doch muss eben aus diesem Grunde der Helm fest genug sein, um dem Wasserdrucke mit Sicherheit widerstehn zu können, woher er im Innern noch durch eiserne Bügel verstärkt wird. Der grosse Durchmesser der beiden Cylinder, welche mit Einschluss des dazwischen befindlichen ledernen Schlauches den ganzen Obertheil des Körpers umgeben, führt den Uebelstand herbei, dass das Wasser allen Bewegungen einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt, und sonach der Taucher nur mit Anstrengung gehn oder sich bücken, dieses aber immer nur sehr langsam thun kann. Noch hinderlicher wird für ihn aber jede Bewegung des Wassers, und zwar eben sowohl die Wellenbewegung wie die Strömung: indem beide ihn fortreissen, machen sie jede Arbeit oder Untersuchung ganz unmöglich. Man hatte in Folge mancher Nachrichten, die sich sehr rühmend über die Brauchbarkeit dieses Apparates aussprachen, einen solchen aus England nach Ostpreussen kommen lassen, und zwar sollte derselbe beim Fischen des Bernsteins benutzt werden. Wenn indessen die See sich ganz abgestillt hat, so ist der Bernstein mit Sand überdeckt, er treibt dagegen in Folge seines geringen specifischen Gewichts, das nur wenig grösser als das des Wassers ist, bei starker Bewegung der See nicht nur frei auf dem Grunde, sondern erhebt sich auch oft und wird daher während eines heftigen Wellenschlages sogar mit Netzen gefischt. Der Taucher-Apparat sollte sonach in der Zeit benutzt werden, wo der Wellenschlag sich noch nicht gelegt hatte. Der darin eingeschlossene Arbeiter konnte sich indessen,

ıtürlich, bei dieser Bewegung des Wassers nicht auf den ı erhalten, er wurde sogleich niedergeworfen und wie eine Tonne hin- und hergerollt, so dass man ihn nur mit Mühe konnte. Eine andere Unbequemlichkeit besteht darin, dass ewegung des Tauchers in vielen Fällen durch die Schläuche ert wird, die immer von andern Arbeitern in einem Boote Wasser gehalten werden müssen.

m diesem letzten Uebelstande zu begegnen und um zugleich thmen zu erleichtern, brachte Klingert noch ein grösseres servoir über dem Helme an, welches 58 Cubikfuss fasste. war zugleich für die Erleichterung des Einathmens gesorgt, die Luft nicht durch so lange Röhren angesogen und stossen werden durfte. Beide Luftröhren führten nämlich eser Einrichtung nur bis zum Reservoir, und zwar mündete m Einathmen bestimmte Röhre nahe über dem Boden in be, wogegen die andere bis dicht unter dessen Decke her-hte. Hierdurch sollte eine Verunreinigung der einzuath-n Luft verhindert werden, was jedoch wohl nur sehr unvoll-en erfolgte. Ausserdem wurde der Taucher auf diese Art n in den Böten befindlichen Leuten unabhängig und konnte beliebig auf dem Grunde des Meeres umhergehen. Klingert sogar vor, an dem Luftmagazine einen Compressions-t anzubringen, wodurch das Steigen und Sinken des Tau-bewirkt werden sollte.

er Tonkinsche Taucherhelm unterscheidet sich von Klingertschen nur dadurch, dass auch die Arme, die Schen-d Füsse mit starken metallnen Cylindern umgeben sind, welche wasserdichte Kleider gezogen werden. Braithwaite mit diesem Apparate in den 1804 bei Weymouth auf 10 Tiefe gesunkenen Ostindien-Fahrer Obergavenny herab. uftröhren reichten bis über Wasser und man fand, dass der er sich durch dieselben bei lautem Sprechen sogar verständ-nachen konnte.

Der Taucher-Apparat, für welchen W. H. James patentirt nterscheidet sich wesentlich von den beschriebenen dadurch, die Zu- und Ableitungsröhren der Luft ganz fehlen, und h der Taucher sich ganz beliebig bewegen kann. Ausser-schliesst der Helm, der nur so gross ist, dass der Kopf

darin freien Spielraum findet, einen weit geringeren Raum
wodurch der Widerstand des Wassers gleichfalls vermindert
Fig. 235 zeigt den Apparat im Durchschnitte.*) Der Helm
wieder aus Kupferblech getrieben und wasserdicht gelöthet
umgiebt den Kopf, den Hals, die Brust und den obern Theil
Rückens und ruht auf den Schultern. Eine Jacke aus was
dichtem Zeuge ist an den untern Rand des Helmes genäht.
Aermel reichen bis gegen die Hand und werden zweimal, näm
über dem Handgelenke und am Oberarme durch elastische
der fest aufgebunden. Ein breiter und starker elastischer G
schliesst die Jacke dicht über den Hüften fest an den L
Ausserdem zieht der Taucher noch eine Hose aus wasserdicht
Zeuge an, die dicht über den Knöcheln wieder mit elastischen
dern fest angeschlossen und oben über die Jacke gestreift
durch den erwähnten Gürtel gehalten wird. Für den untern
der Bekleidung ist die vollkommene Wasserdichtigkeit we
nothwendig, als für den obern, woher dieser auch vorzugs
recht fest angeschlossen sein muss.

Statt der einzelnen Augengläser enthält der Helm eine
dratische Oeffnung von etwa 6 Zoll Breite und Höhe,
durch eine starke Glasscheibe geschlossen wird. Sie befindet
vor den beiden Augen und der Nase des Tauchers; derselb
sonach im Stande, einen weiten Raum frei zu übersehn
namentlich alle Gegenstände zu seinen Füssen zu erkennen,
dass er deshalb den Kopf überneigen dürfte.

Der Raum im Innern des Helmes ist mit Luft ang
Dieselbe wird aber durch das Athmen nicht verdorben, inde
Taucher wieder das Mundstück einer Röhre im Munde hat
durch er die Luft ausbläst. Diese Röhre besteht aus Kaut
und mündet durch eine feine, mit einem Klapp-Ventile ve
Oeffnung im Scheitel des Helmes, wodurch die Luft in das
ser entweicht. Zum Ersetzen der eingeathmeten Luft i
Helme dient ein Reservoir, das mit comprimirter
angefüllt ist. Dasselbe besteht aus einer ringförmig über
der gewundenen kupfernen Röhre, welche unter den Armen

*) *Hebert's Engineer's and Mechanic's Encyclopaedia.* *Apparatus.*

iehreren Stellen sind die einzelnen Windungen durch über-
;te eiserne Bänder mit einander verbunden, und zwei Riemen
Schnallen versehn, reichen über die Schultern und tragen
Röhre. Letztere wird vor der Benutzung mittelst einer Com-
sions-Pumpe gefüllt, und an ihrem obern Ende steigt eine
inem Hahne versehene feine Röhre auf, welche durch einen
schuck-Schlauch mit einer Ansatzröhre am Helm verbunden
Sobald die im Helme befindliche Luft soweit verdünnt ist,
das Athmen beschwerlich wird, so öffnet der Taucher den
nten Hahn, und sogleich strömt die erforderliche Luftmenge
er hinzu. Sollte durch zu langes Oeffnen des Hahnes oder
n derselbe vielleicht undicht ist, zuviel Luft hinzuströmen, so
die Besorgniss entstände, der leichte Helm möchte springen;
ntweicht die Luft durch ein gehörig belastetes Sicherheits-
il, das sich an der vordern Seite des Helmes unter der
itungsröhre befindet. Durch dieses Ventil wird auch die Com-
sion der Luft aufgehoben, sobald der Taucher an die Ober-
e des Wassers zurückkehrt. Indem er nämlich beim Aus-
en der Luft den Wasserdruck überwinden muss, so lässt er,
dieses zu bemerken, auch den Druck der Luft im Helme
und nach immer grösser werden, und sonach könnte der
n und noch mehr die daran befestigte Kleidung leiden, wenn
der starken Verminderung des äussern Druckes während des
teigens der innere unverändert bliebe.

Wiewohl dieser Apparat weit weniger voluminös ist, als der
re, so sind dennoch die mit Luft angefüllten Räume noch so
s, dass sie das Herabsinken des Tauchers verhindern: der-
e muss sich daher wieder mit andern Gewichten belasten, die
len Röhrenring gehängt werden. Bei festem Grunde belastet
der Taucher recht stark mit Gewichten, um sicherer stehn
leichter gehn zu können. Er lässt sich aber nicht ganz frei
b, sondern klimmt an einen stark belasteten Tau herunter
herauf, welches ihm sonach als Leiter dient. Wenn er aber
einem Uebergewichte von 20 bis 30 Pfunden versehn ist, so
igt die Kraft der Arme vollständig, um sich mit den Händen
n heben und herablassen zu können. Die Vorzüge dieses
arates werden ausserordentlich gerühmt und wenn auch einige
ing erforderlich ist, um die Luft beim Ausathmen regelmässig

auszustossen, und dagegen nur durch die Nase einzuathmen und den Luftraum im Helme, so oft es nöthig ist, wieder zu füllen: so gewöhnt sich der Taucher hieran sehr bald und in der Zwischenzeit hat er beide Hände frei und kann jede beliebige Verrichtung vornehmen. Er kann aber auch in die Räume eines gesunkenen Schiffes herabsteigen und, soweit die Erleuchtung es erlaubt, auch hier Untersuchungen anstellen, Gegenstände heraustragen, oder, wenn man das Schiff sprengen will, die Pulverfässer gehörig verlegen und befestigen, und dergleichen.

In Nord-Amerika hat man dem Helme eine solche Einrichtung gegeben, dass der Taucher ganz in gewöhnlicher Art athmen und zugleich eben so unbeschränkt rings um sich sehn kann, als wenn er ganz frei wäre. Ueber dem Kopfe befindet sich nämlich eine starke Glasglocke, die in einen messingenen Ring eingekittet ist. Letztere befindet sich über den Schultern des Tauchers und die Kleidung, aus Kautschuck bestehend, schliesst sich wasserdicht daran an. Aus dem Ringe treten zwei kurze Röhren seitwärts hervor und an beiden sind Kautschuck-Schläuche befestigt, die bis über Wasser reichen. Durch den einen wird fortwährend, so lange der Taucher sich unter Wasser aufhält, frische Luft eingepumpt, während durch den andern in gleichem Maasse die Luft aus der Glocke entweicht*).

Die eigentliche Taucherglocke unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Apparaten vorzugsweise durch ihre Grösse. Sie umgiebt nicht nur den Kopf des Tauchers, sondern seinen ganzen Körper und ist sogar so geräumig, dass mehrere Personen sich darin aufhalten können. Sie besteht aus der Verbindung einer Decke mit Seitenwänden, die wasserdicht und hinreichend stark sind, um zufälligen Stössen widerstehen zu können. Der umschlossene Raum ist unten offen, woher die Glocke beim tiefern Versenken durch die ursprünglich darin enthaltene Luft nicht ganz angefüllt bleibt, vielmehr tritt bei zunehmender Verdichtung immer mehr Wasser hinein. Wenn man aber auch, wie allgemein geschieht, während des Versenkens der Glocke so viel Luft hineinleitet, dass sie damit fortwährend gefüllt bleibt, so

*) *Sganzin, Programme ou Résumé des leçons d'un Cours de Constructions.* Paris. 1839. Vol. I. Seite 302.

umt diese Luft denselben Grad der Verdichtung an, welcher n Wasserdrucke in der Höhe der Basis der Glocke entspricht, d sonach bleibt der äussere Druck immer nahe dem innern ich, wie tief man sie auch herablassen mag. Die Differenz ischen beiden Pressungen ist nur durch die Niveau-Differenz ischen dem Wasserspiegel am Boden der Glocke und der Höhe r Decke bedingt. Der hieraus entspringende geringe Druck ssert sich aber von innen nach aussen.

Die erwähnte Verdichtung der Luft hat bei tiefem rablassen der Glocke manche Unbequemlichkeit für die darin findlichen Personen, und zwar in gewisser Beziehung in grösrem Maasse, als bei Anwendung des Taucherhelms. Letzterer ht nämlich gewöhnlich — entweder mit der äussern Luft an r Oberfläche des Wassers in Verbindung, oder der Taucher nn doch den Druck darin beliebig reguliren, so dass er sich bis zu einer grossen Höhe steigert. Als wesentlichen Uebelnd kann man den verstärkten Luftdruck in der Glocke inssen nicht ansehn, da die Unbequemlichkeit verschwindet, sobald im menschlichen Körper enthaltene Luft dieselbe Spannung e die äussere angenommen hat. Diejenigen Personen, welche hon mehrmals herabgegangen sind, pflegen auch durch starkes n- und Ausathmen in der Zeit, wo der Luftdruck sich ändert, Ausgleichung sehr schnell herbeizuführen.

Endlich kann durch die Taucherglocke der Boden des Flus- s oder des Meeres vollständig trocken gelegt werden, und die beiter können abgesehn von der Beschränktheit des Raumes e Verrichtungen mit derselben Leichtigkeit wie über Wasser rnehmen. Das Wasser ist in der That gänzlich fortgedrängt d hindert in keiner Weise die Bewegungen und die Effecte r Apparate, während ein mit dem Helme versehener Taucher twährend den Widerstand des Wassers überwinden muss.

Die Erfindung der Taucherglocke ist sehr alt, schon istoteles erzählt, dass man unter einem umgekehrten Kessel h tief ins Wasser herablassen kann. Nach manchen Nachrich- n muss man annehmen, dass die Taucherglocke im funfzehnten hrhunderte schon beim Perlenfischen gebraucht wurde. In ledo liessen sich in Gegenwart Karl V. zwei Griechen unter nem umgekehrten Kessel in den Tajo herab, und nahmen zu-

gleich ein brennendes Licht mit sich, das beim Aufziehn des Kessels zur allgemeinen Verwunderung noch brennend herausgenommen wurde.

Im Jahre 1588 sank ein mit vielen werthvollen Gegenständen beladenes Schiff, zu der Armada gehörig, an der Insel Mull ohnfern der Schottischen Küste.* Bald darauf versuchte jemand, dessen Name jedoch nicht bekannt ist, mittelst der Taucherglocke die Schätze zu heben, was jedoch so wenig gelang, dass selbst die Kosten der Glocke dadurch nicht gedeckt wurden.

Im siebzehnten Jahrhundert wurde die Taucherglocke, wie Leupold mittheilt, vielfach benutzt, und zwar bestand sie gemeinhin aus Blei, war aber nur etwa 3 Fuss hoch, während sie unten einen Korb trug, worin der Taucher sass. Für Erneuerung der Luft wurde dabei gar nicht gesorgt, woher sie jedesmal nach kurzer Zeit wieder gehoben werden musste, und wohl nicht bis zu grosser Tiefe herabgelassen werden konnte.

Karl II. König von Spanien und Portugal gab 1680 einem Amerikaner Namens W. Phipps die Erlaubniss, die reiche Ladung eines bei Hispaniola gestrandeten und gesunkenen Schiffes mittelst der Taucherglocke herauszubringen. Der Erfolg war aber in den ersten Jahren so unbedeutend, dass die Unterstützung, die der König anfangs gewährt hatte, ausgesetzt wurde und dadurch das ganze Unternehmen in Stocken gerieth. Phipps reiste indessen bald darauf nach England und wusste einige Privat-Personen, denen er bedeutende Antheile des Gewinnes zusagte, für das Unternehmen aufs Neue zu gewinnen. Im Jahre 1687 wurden die Versuche wieder begonnen und zwar so glücklich, dass etwa 200,000 Pfund Sterling in Gold gehoben wurden.

Gegen das Jahr 1700 gab der berühmte Astronom Halley eine *Einrichtung der Taucherglocke* an, die ziemlich nahe mit der jetzt üblichen noch übereinstimmt, und in Fig. 236 dargestellt ist. Die Glocke hatte die Form eines abgestutzten Kegels und war aus starken Fassdauben zusammengesetzt. Im Innern war sie aber mit zusammengelötheten Bleiplatten bekleidet. Ihre Höhe betrug 8 Fuss, der untere Durchmesser 5, der obere 3 Fuss. Ihr Gewicht war nicht so gross, dass sie von selbst herabsank. Sie war daher unten mit drei aufwärts gekehrten Haken versehn, und hieran hingen drei Eisenschienen, deren jede

ewicht von 2 Centnern trug. Diese Gewichte standen, wenn Glocke ganz herabgelassen war, auf dem Grunde des Meeres: Glocke selbst berührte daher diesen noch nicht, sondern blieb ihrem untern Rande wie es scheint etwa 3 Fuss darüber, auch wegen der gewählten Art der Zuleitung der Luft nothig war. In einiger Höhe über dem untern Rande befand eine kreisförmige Bank, auf der die Arbeiter beim Herab-n wie beim Heben der Glocke sassen. Bei der Arbeit selbst len sie tief im Wasser. In der Decke befand sich eine nung, worin eine starke Glasscheibe luftdicht eingesetzt war. ben war eine zweite kleine Oeffnung zum Auslassen der eingeschnitten, die jedoch gewöhnlich durch einen Hahn ge-ssen blieb.

Die Glocke wurde am Bogspriet eines Schiffes herabgelassen, dicht daneben waren gleichfalls am Bogspriet zwei Rollen stigt, an welchen man die beiden Luft-Fässer abwechselnd bliess, welche die erforderliche Luft der Glocke zuführten. dieser Fässer war durch starke Gewichte hinreichend be-ert, um selbst wenn es Luft enthielt noch schnell herab-ken, und fasste 36 Gallons (5¼ Cubikfuss). Sowohl ober nten waren die Fässer mit kleinen Oeffnungen versehn. Die n blieben ganz frei, aus den obern trat dagegen in idem ein lederner durch eine Spiralfeder offen gehaltener Schlauch etwa 5 Fuss Länge heraus, der mit einer schweren mes-nen Mündung versehn war. Sollte das Fass mit Luft gefüllt en, so geschah dieses über dem Meeresspiegel schon von t, sobald man nur die Mündung des Schlauches aus dem ser hob und sonach die Luft durch diesen hineintreten konnte, end das Wasser aus der untern Oeffnung abfloss. Der uch wurde aber, sobald dieses geschehen war, sogleich durch essingene Röhre herabgezogen, und tauchte beim Herablas-es Fasses früher in das Wasser als dieses. Seine Mündung auch fortwährend tiefer, als die untre Oeffnung des Fasses, die Luft aus diesem nicht entweichen konnte. Sobald aber ass bis unter den Rand der Glocke gesunken war, so wurde chlauch mit einem Haken gefasst und seine Mündung in-lb der Glocke aufwärts gekehrt, worauf sogleich die Luft lem Fasse in die Glocke strömte. War die Glocke ganz

mit Luft angefüllt, so öffnete man von Zeit zu Zeit den Hahn in der Decke, um in demselben Maasse, wie die frische Luft von unten hinzutrat, die verdorbene oben auszulassen. In Fig. 238 sind auch die Luftfässer angegeben.

Ueber die Benutzungs-Art der Taucherglocke sammelte Halley sehr schätzbare Erfahrungen: er ging einst selbst in der Glocke herab und zwar bis 60 Fuss unter dem Meeresspiegel. Er blieb anderthalb Stunden ohne Beschwerde unten, aber die schnelle Zunahme des Luftdruckes während des Herablassens fand er sehr unangenehm und sie verursachte ihm heftige Ohrenschmerzen, indem die comprimirte äussere Luft auf das Trommelfell einen starken Druck ausübte, so lange die innere Luft noch nicht dieselbe Spannung hatte. Halley empfahl daher, man solle die Glocke zuerst 12 Fuss tief herablassen und sie einige Zeit in dieser Höhe halten, damit die Ausgleichung des Druckes nach und nach erfolgen könne. Er fand übrigens, dass die Beleuchtung bei ruhiger See vollkommen genügend und sogar besser war, als bei trübem Wetter in manchen Zimmern, man konnte aber auch ganz bequem in der Glocke ein Licht anzünden, falls die Beleuchtung nicht hinreichte. An einer unter dem Rande der Glocke hindurch gezognen Leine wurden Bleitäfelchen herauf und herabgelassen, auf welchen man die Mittheilungen aufschrieb, die man sich gegenseitig machen wollte. Endlich erwähnt Halley, dass beim Oeffnen des Lufthahns der Wasserspiegel in der Glocke in Folge der plötzlichen Verminderung des Druckes in ein Aufwallen versetzt wurde, als wenn das Wasser kochte.

Halley erfand im Jahre 1721 noch eine Vorrichtung, durch welche man einzelne Arbeiter mit einem Taucherhelme versehen und zu manchen Untersuchungen und Verrichtungen ausserhalb der Glocke beschäftigen konnte. Dieser Helm bestand wieder in einer unten offenen Glocke aus Blei, die man wie eine Kappe auf den Kopf setzte, die aber bis unter die Schultern herabreichte. Sie stand mittelst eines feinen ledernen Schlauches von 2 Linien innerm Durchmesser mit der Glocke in Verbindung. Der Schlauch wurde durch eine eingesetzte messingene Spiralfeder offen gehalten, und hatte die Länge von etwa 40 Fuss. Sobald diese Kappe über dem Wasserspiegel in der Glocke getragen wurde, strömte daher die Luft ununterbrochen aus der letztern in die erstere

, aber wegen der geringen Weite und grossen Länge der itungsröhre geschah dieses so langsam, dass die Glocke nicht zu schnell den Luftvorrath einbüsste und mit Wasser ange- wurde. Wenn der Taucher, der die Kappe trug, unter dem le der Glocke hindurchging, so musste die Verbindung beider rbrochen werden, weil sonst die Kappe ganz mit Wasser sich füllt hätte. Hierzu diente ein Hahn dicht neben der Kappe, der Taucher also selbst schliessen und öffnen konnte. Letz- trug den ganzen Schlauch, soweit derselbe frei war, über dem en Arme und hob eine Windung nach der andern ab, wenn ich von der Glocke entfernte. Wollte er dagegen zurückgehn, zog er den Schlauch wieder nach und nach ein und wurde durch auch in den Stand gesetzt, die Glocke ganz sicher wie- zu finden. Das andre Ende des Schlauches wurde von einem eiter in der Glocke gehalten.

Der Taucher stand indessen so lose im Wasser, dass er st dem schwächsten Strome nicht widerstehn und nur mit e den Widerstand des Wassers überwinden konnte. Er musste r noch mit etwa 200 Pfund Blei belastet werden, welches ihm an einen Gürtel hing, um zugleich den Schwerpunkt lichst zu senken. Endlich erwähnt Halley, dass die Kälte Meerwassers in dieser Tiefe so gross war, dass der Taucher erhalb der Glocke fast erstarrte. Es wurde deshalb für dicke ene Kleidung gesorgt: wenn dieselbe auch sogleich ganz hnässt wurde, so verhinderte sie doch das schnelle Entwei- der Wärme des Körpers, und die Arbeiter hatten alsdann der Kälte weniger zu leiden.

Im Jahre 1775 gab Spalding mehrfache Aenderungen er Einrichtung der Halleyschen Glocke an, nachdem er 1774 elbe zum Bergen der Ladung eines bei Fern-Island gesunk- Schiffes vergeblich und mit den grössten Gefahren versucht e. Auf dem felsigen und unebnen Boden, wo unabsehbare nde neben hohen Klippen lagen, war in der That ein Um- ngen der Glocke sehr leicht möglich, ausserdem aber entstand h bei der unzulänglichen Einrichtung des ganzen Unterneh- s die Besorgniss, dass am Apparate irgend etwas brechen die Arbeiter über Wasser nicht gehörig sorgsam sein möch- Spalding stellte sich daher die Aufgabe, solche Einrichtun-

gen zu treffen, dass die herabgelassenen Arbeiter in den Stand gesetzt würden, die Glocke in jeder beliebigen Höhe festzuhalten, so dass ein weiteres Sinken derselben nicht stattfände, wenn auch das Tau noch fortwährend nachgelassen würde. Ausserdem sollte die Glocke aber auch ganz unabhängig von der Windevorrichtung sogleich wieder gehoben werden können, und zwar bis zur Oberfläche des Wassers.

Fig. 237 stellt diese Glocke im Durchschnitt dar. Sie besteht wieder aus Holz, und ist mit doppeltem Boden versehn, so dass sie im obern Theile einen zweiten luftdicht abgeschlossenen Raum enthält. Die Belastung besteht theils aus den vier zur Seite aufgehängten Gewichten *A*, theils aus einem in der Mitte herabhängenden Gewichte *B*. Die vier ersten sichern nur die Stellung der Glocke, sie genügen aber, selbst wenn der obere Raum mit Wasser angefüllt ist, noch nicht vollständig, um die Glocke in der Tiefe zu erhalten, vielmehr ist hierzu noch das Gewicht *B* erforderlich. Wenn dagegen der obere Raum mit Luft erfüllt wird, so steigt die Glocke sogleich mit allen Gewichten empor. Das Gewicht *B* dient hiernach förmlich als Anker für die Glocke. Beim Herablassen wird der obere Raum mit Wasser gefüllt, indem man das Ventil *D* mittelst der Zugstange *C* aufstösst: das Gewicht *B* wird aber soweit herabgelassen, dass es einige Fuss tief unter dem Rande der Glocke hängt. Trifft man nun zufälliger Weise auf einen vorragenden Gegenstand, der ein Umschlagen der Glocke zur Folge haben könnte, lässt man sogleich das Gewicht *B* soweit herab, dass es den Grund berührt. Alsdann sinkt die Glocke nicht tiefer, sondern schwimmt frei im Wasser, und zwar in senkrechter Stellung und in derjenigen Höhe über dem Grunde, welche die Länge des Taues von *B* bedingt. Man kann sonach schon durch Lösung dieses Taues die Glocke bis zur Oberfläche des Wassers ansteigen lassen, aber alsdann bliebe das Gewicht *B* am Grunde liegen. Dieses wird vermieden, wenn man den obern Raum der Glocke mit Luft füllt. Letzteres geschieht, sobald man den Hahn *E* öffnet. Die Luft dringt alsdann sogleich aus dem untern Raume in den obern, und wenn die Versorgung des ersten regelmässig fortgeht, so füllen sich bald beide mit Luft an, und die Glocke steigt mit zunehmender Geschwindigkeit herauf, indem die Luft bei Verminde-

des äussern Druckes sich um so mehr ausdehnt, und sonach
asser immer weiter herausdrängt. Das Ansteigen geschieht
mit solcher Heftigkeit, dass die Arbeiter von den Sitzen
fen werden, und man muss dafür sorgen, die Geschwindig-
u mässigen, was durch Auslassen der Luft durch den Hahn
glich wird.

m Uebrigen ist diese Glocke der Halleyschen ziemlich ähn-
die Fenster, deren es zwei giebt, befinden sich an den Sei-
nden, eines derselben ist bei *G* sichtbar. Die Bänke sind
fest, sondern hängen an Leinen, und hierzu so wie auch
ndern Zwecken sind eine Menge Haken in dem Mittelboden
racht. Die Versorgung mit Luft geschieht sehr nahe in
lben Art, wie bei der Halleyschen Glocke. Die Luft-
er haben wesentlich dieselbe Einrichtung, nur ihre Form ist
hieden, und sie werden so wie die Glocke durch vier Blei-
chte belastet. Damit sie aber regelmässig neben der Glocke
kommen, und namentlich der Schlauch mit Leichtigkeit von
Arbeitern gefasst werden kann, so befinden sich zwei Leit-
H neben der Glocke und sind an dem untern Rande der-
n befestigt. Die Schläuche, welche aus den Fässern aus-
n, sind oben an passenden Stellen mit Ringen *I* versehn,
h welche jene Leitseile gezogen sind. Auf diese Art kommen
Schläuche unmittelbar neben der Glocke zum Vorschein und
en sonach leicht gefasst werden. Sie sind aber noch durch
e geschlossen, damit man die Luft, namentlich wenn die
ke steigen soll, beliebig langsam ausströmen lassen kann.

Wenige Jahre später schlug Coulomb eine andere Einrichtung
'aucherglocke vor: sie sollte nämlich den mittlern Theil eines
es bilden und so hoch sein, dass ihre obre Decke immer
Wasser blieb.*) Veranlassung zu dieser Erfindung gab eine
rage der Akademie zu Rouen, welche die Angabe eines Ver-
s zur Sprengung der Felsen zu Quilleboeuf in der untern
betraf. Coulomb's Taucherschiff ist wahrscheinlich

) *Rozier, Observations sur la physique*, Vol. XIV. 1779. Seite
Der Aufsatz ist auch besonders herausgegeben, so wie in einer
hen Uebersetzung bekannt gemacht. Letztere führt den Titel
mb's Beschreibung eines Luftkastens. Pesth 1821.

nicht viel benutzt, vielleicht nie ausgeführt worden, nichts desto weniger verdient es wegen seiner eigenthümlichen Einrichtung hier erwähnt zu werden, und besonders ist es in sofern wichtig, als dabei eine ununterbrochene Versorgung mit Luft vorgesehn war. Fig. 238 zeigt das Taucherschiff: es ist 25 Fuss lang, 10 Fuss breit, in der Mitte 13 und an den Seiten 10 Fuss hoch. Die beiden äussern Theile sind von den mittlern durch wasserdichte Wände getrennt und unten mit Böden versehn, so dass sie nicht nur an sich schwimmen, sondern auch den mittlern Theil tragen. Letzterer ist unten offen und oben mit einer luftdicht schliessenden Decke versehn. In dieser Decke befinden sich drei Oeffnungen. Eine grössere, dem Mannloche eines Dampfkessels ähnlich, dient zum Einsteigen der Arbeiter. Sie wird durch einen luftdichten Rahmen geschlossen, worin starke Glasscheiben eingesetzt sind, die den innern Raum erhellen. Durch eine zweite Oeffnung tritt eine dünne Röhre heraus, die mit einem Hahn versehn ist. Man öffnet den letzten, um die comprimirte Luft aus der Glocke heraus auszulassen, und dieses geschieht, wenn die Arbeiter herausgehn sollen, oder wenn man die durch das Einathmen verdorbne Luft beseitigen will. Eine dritte Oeffnung steht endlich mit einem Blasebalg in Verbindung, der unmittelbar auf der Decke des Luftkastens angebracht ist. Sechs Mann sollen den Blasebalg ununterbrochen im Gange erhalten und sonach fortwährend einen Strom frischer Luft in den Kasten oder die Glocke treiben. Der Aufseher, der seinen Platz auf dem Deck hat, kann bei dieser Anordnung zugleich die Arbeiter in der Glocke beobachten und ihnen jede etwa erforderliche Hülfe sogleich leisten. Die am Grunde des Stromes beschäftigten Arbeiter können sich sogar mit dem Aufseher unmittelbar entweder durch Zeichen oder selbst durch lautes Sprechen verständigen. Das Schiff sollte beim Beginn der Ebbe auf die Stelle gebracht werden, wo die Felsen zu beseitigen waren, und wenn es beim Eintritt des kleinsten Wassers fest auf dem Grund stand, sollten die Arbeiter in den Kasten hineinsteigen und so lange in demselben bleiben, bis wieder die Fluth beginnt, worauf das Schiff von selbst flott würde und nach einem sichern Zufluchtsorte in der Nähe gebracht werden könnte.

Mit diesem Taucherschiffe stimmt ziemlich genau derjenige Apparat überein, welchen Smeaton in derselben Zeit, vielleicht so

och früher angab und ausführte. Die schadhaften Funda- der Brücke zu Hexham sollten nämlich wieder hergestellt n, und es kam darauf an, einige Fuss unter dem kleinsten er Maurerarbeiten auszuführen. In einem Briefe vom 16. mber 1778 schlug Smeaton, der als Sachverständiger dabei ogen war, dem ausführenden Baumeister vor, hölzerne Ka- anzuwenden, die unten offen, oben und zur Seite aber was- cht geschlossen wären. Sie sollten $3\frac{1}{2}$ Fuss lang, 2 Fuss und $4\frac{1}{2}$ Fuss hoch, auf der Decke aber mit einer Druck- e von 10 Zoll Oeffnung versehn sein, um den Arbeitern r frische Luft zuzuführen.*)

Viel wichtiger ist eine Aenderung, welche Smeaton im nden Jahre an der Taucherglocke anbrachte. Er liess nämlich aus Eisen giessen und versorgte sie in derselben wie jenen Kasten, mittelst einer starken Druckpumpe mit .**) Er gab ihr also diejenige Einrichtung, welche sie bis behalten hat, die auch wegen der Einfachheit und grossen erheit und Bequemlichkeit im Gebrauche unbedingt vor allen rn den Vorzug verdient. Diese Glocke wurde zuerst beim des Hafens zu Ramsgate benutzt: sie war $4\frac{1}{2}$ Fuss lang, 3 s breit, $4\frac{1}{2}$ Fuss hoch und wog nur 50 Centner. Zwei n fanden darin Platz, und die Luftpumpe befand sich in einem te, während die Glocke am Ausleger eines Krahns hing.

Die gegenwärtig üblichen Taucherglocken bestehn schliesslich aus Gusseisen, und haben mit manchen geringen eichungen die Fig. 239 dargestellte Form und Einrichtung. Glocke bildet im Grundrisse ein rechtwinkliges Viereck mit rundeten Kanten von 6 Fuss Länge und 4 Fuss Breite. obere Decke ist flach gewölbt und mit einer Verstärkungs- e versehn, die sich über die ganze Länge der Glocke er- kt. Die Höhe misst $4\frac{1}{2}$ bis 5 Fuss. Die Wandstärke beträgt r Decke und im obern Theile der Wände 18 Linien, unten gen bis 3 Zoll. Durch diese Zunahme der Wandstärke wer- alle Beschädigungen sehr sicher vermieden, ausserdem aber

---

*) *Reports on the late John Smeaton. Sec. edition.* Vol. II. lon 1837. Seite 332.

**) Ebendaselbst. Seite 129.

auch der Schwerpunkt tiefer herabgebracht. Eine solche Gl
wiegt durchschnittlich 5 Tons (99 Centner Pr.), wogegen
durch sie verdrängte Wasser nur etwa 65 Centner wiegt.
eigenes Gewicht genügt daher, um sie ohne fremde Belastung
zu jeder beliebigen Tiefe herabzulassen.

Auf angegossenen oder aufgeschrobenen Leisten an
schmalen Seiten der Glocke liegen die Bretter, welche als S
bänke für die Arbeiter dienen. In der Mitte der langen Se
und zwar dicht über dem untern Rande sind eiserne Bügel
geschroben, welche eine dünne eiserne Platte tragen, die als F
brett benutzt, während der Arbeit aber gewöhnlich ausgeh
wird, weil sie den Arbeitsraum beschränken würde. In der D
sind acht oder zwölf Oeffnungen von 8 Zoll Durchmesser be
lich, in welche starke kreisrunde Glasscheiben eingekittet
Diese Scheiben sind 1½ bis 2 Zoll dick und so fest, das
einen bedeutenden Druck oder Stoss sicher aushalten kön
Es sind dieselben Gläser, welche man bei grossen Seesch
in das Deck einkittet, um die untern Räume zu erleuchten,
sie sind so stark, dass Ketten, Anker und selbst Kanonen
alle Vorsicht darüber gezogen werden können.

Unter diesen Gläsern, die auf beide Seiten gleichmässig
theilt sind, befinden sich zwei Reihen Haken aus Schmiede
mittelst Schrauben befestigt, worüber gemeinhin Leinen ge
sind, um leichte Geräthe und Utensilien anzuhängen. Häufi
ten auch aus der Decke starke Haken herab, woran ma
schenzüge befestigen und mittelst derselben schwere Gege
wie Steine, Gefässe mit Mörtel u. dgl. in der Glocke selb
ablassen, oder nach Erforderniss wieder aufheben kann.

Die Versorgung mit Luft erfolgt durch eine C
sions-Pumpe, die von dem Augenblicke an, wo die Gl
das Wasser taucht, bis sie wieder vollständig herausgez
ununterbrochen in Thätigkeit erhalten wird. Diese Pu
gemeinhin in gleicher Art, wie eine gewöhnliche Feu
aufgestellt: sie hat zwei Stiefel und einen Luftkessel.
letztern tritt der lederne Schlauch heraus, der etwa
Durchmesser hält, und mittelst Kautschuck-Firniss vollkom
dichtet ist. In seiner ganzen Länge enthält er eine spi
gewundne Feder aus Draht, die das scharfe Biegen und so

Brechen oder stellenweise Verschliessen des Schlauches verhindert. Der Schlauch mündet in der Decke der Glocke, und zwar im Mittelpunkte derselben, wo er auf eine luftdicht eingesetzte Messingröhre gezogen ist. Die untere Mündung dieser Röhre ist indessen nicht ganz offen, sondern wird durch ein Ventil geschlossen, welches durch eine schwache Feder gegen die Oeffnung gedrückt wird. Die Spannung der einströmenden Luft muss daher so gross sein, dass sie auch den Druck der Feder überwindet. Dieses Ventil verhindert aber das Ausströmen der Luft aus der Glocke und sonach die Anfüllung derselben mit Wasser, falls der Schlauch irgendwo undicht geworden sein sollte, was leicht geschehn kann. Reisst der Schlauch an einer Stelle, so hört freilich das Zuströmen der Luft in die Glocke sogleich auf: da aber in diesem Falle der Druck gegen die untere Fläche des Ventiles grösser wird, als gegen die obere, so folgt dasselbe sogleich der Feder und wird durch den verstärkten Druck fest angelegt. Die in der Glocke enthaltene Luft kann sonach nicht entweichen, ihre Masse ist aber gross genug, um die Arbeiter während der Zeit des Hebens der Glocke gar keine Uebequemlichkeiten im Athmen empfinden zu lassen. Das Ventil selbst giebt auch durch seine Bewegung sehr sicher zu erkennen, ob die Pumpe in gehöriger Wirksamkeit und der Schlauch in gutem Zustande ist.

Fig. 240 zeigt die Aufstellung der Taucherglocke bei Fundirung des neuen Hafendammes in Sunderland, der im Jahre 1841 ausgeführt wurde. Eine Eisenbahn, deren Schienen die von Vignoles angegebene Form hatten, ruhte auf zwei starken Balken, die von Pfählen und Böcken unterstützt wurden. Der Wagen, der die Glocke trug, war mit einer hohen und geräumigen, auf allen vier Seiten verstrebten Rüstung versehn, in welche die Glocke hineingewunden wurde, um den Wagen über die Querverbindungen der Bahn fortschieben zu können. Die Windevorrichtung mit einem Schwung- und Bremsrade an der Kurbel befand sich auf demselben Wagen. Dagegen trug ein zweiter Wagen die Luftpumpe, und diese wurde anfangs weiter zurückgestellt, beim Sinken der Glocke aber zugleich mit den darauf befindlichen Arbeitern nach und nach weiter vorgerückt, damit der Schlauch wenn auch nicht scharf gespannt, doch immer nahe ganz ausgezogen blieb, und sonach keine Verschlingung oder enge Windung

darin entstehn konnte. Die Pumpe bestand aus zwei 9 Zoll
gebohrten Stiefeln: die Hubhöhe der Kolben betrug 15 Zoll. S
Mann arbeiteten ohne Unterbrechung an der Pumpe, und man
fortwährend die Blasen in grosser Menge an der Stelle vor
wo die Glocke versenkt war. Diese Luft entweicht aber unter
Wänden der Glocke, woher in den innern Raum kein W
eindringen kann. Die Taucherglocke wurde bei diesem Ba
desmal herabgelassen, sobald die Fluth in den Hafen eingel
war, weil in dieser Zeit das Wasser die grösste Klarheit
und sonach die Arbeiter alsdann am besten sehn konnten.
meinhin blieb die Glocke zwei Stunden unten, doch wurde
Dauer des Aufenthalts unter Wasser, so oft es nöthig war,
sehnlich und sogar bis auf fünf Stunden ausgedehnt, ohne
man selbst in diesem Falle für die Arbeiter den geringsten
theil besorgte. Die Glocke hatte für 4 Arbeiter Raum, doch
gen deren jedesmal nur drei herab, weil sie sich sonst bei
Versetzen der Steine und den andern hier vorkommenden
richtungen gehindert hätten. Diese Verrichtungen best
aber theils im Planiren des Grundes, also im Bearbeiten de
wachsenen Felsbodens, theils im Lösen der Steinklauen,
die Werkstücke herabgelassen waren, im Einstellen der le
und theils im Füllen der Stossfugen mit Mörtel, während
für die folgenden Steinschichten auch das Mörtelbette unter
Taucherglocke vorbereitete. Die Winde, woran die Werks
herabgelassen wurden, stand gleichfalls auf einem Wagen
derselben Eisenbahn und die Steine wurden damit so sorg
versetzt, dass sie gemeinhin durch die in der Taucherglocke
abgehenden Arbeiter nur wenig verschoben werden durften.
gens erstreckte sich die Arbeit unter der Taucherglocke nu
einige Stein-Schichten, indem die folgenden schon währen
niedrigsten Wasserstandes der Ebbe versetzt werden konnt

In andern Fällen wendet man auch beim Gebrauche der
cherglocke, eben so wie bei den oben (§. 52) beschriebnen
zeugen, Kreuz-Bahnen an. Die Eisenbahn, auf welch
Wagen mit der Taucherglocke steht, wird nämlich, wie F
Taf. XXIV zeigt, auf jeder Seite von zwei Rädern getrag
auf einer andern sehr weitspurigen Eisenbahn laufen.
reicht hierbei den wesentlichen Vortheil, dass die in der T

befindlichen Arbeiter das zu versetzende und in der Nähe gelassene Werkstück fassen und es an den Haken in der e hängen können: indem sie letztere aber nach der einen der andern Seite, oder vor- und rückwärts bewegen lassen, ingen sie den Stein sehr leicht und zwar ganz scharf an Stelle. Das Heben des Steines ist nicht schwierig, so lange ht in die Glocke tritt, sondern ganz im Wasser hängt, wobei he die Hälfte seines Gewichtes verliert.

Wenn man mit der Glocke tauchen will, so fährt man in Boote unter dieselbe, und nachdem sie soweit herabgelassen lass sie nahe den Rand des letzteren berührt, kann man mit Bequemlichkeit einsteigen. Beim Einsinken in das Wasser ndet man, wie schon erwähnt, einen heftigen Ohrenschmerz, ber sogleich gehoben wird, wie man die Luft im Innern des ers in dieselbe Spannung versetzt, welche die äussere hat. s geschieht, sobald es gelingt zu gähnen, doch kann man durch anhaltendes Schliessen des Mundes und der Nase die in die Ohren pressen, wodurch gleichfalls eine Ausgleichung Druckes schnell bewirkt wird. Bei sehr langsamem Herab- der Glocke zeigt sich diese Unbequemlichkeit nur in ge- Maasse, besonders wenn man den Körper schon daran nt hat. Beim Aufsteigen verursacht aber die Verminderung Luftdrucks noch weit weniger Unannehmlichkeit. Sobald die grösste Tiefe erreicht und einige Minuten daselbst ver- hat, hört der Schmerz auf und man empfindet auch sonst Unannehmlichkeit. Die Helligkeit ist gleichfalls, wenn das er nicht besonders trübe ist, durchaus genügend zu allen htungen. Die Arbeiter sind auch immer sehr bereitwillig, er Taucherglocke herabzugehn. Die geringe Zulage, die ihnen dafür zu geben pflegt, veranlasst sogar einen Wett- unter ihnen, und sie drängen sich heran, um in die Glocke igen.

Ein grosser Vorzug dieser eisernen Taucherglocken liegt , dass ein Schlag mit dem Hammer dagegen geführt sehr ch an der Oberfläche des Wassers, und selbst aus grosser gehört wird. Man kann daher, indem man einmal oder al u. s. w. aufschlägt, sehr leicht diejenigen Zeichen , die sich am häufigsten wiederholen. Der einzelne Schlag et gewöhnlich „mehr Luft", und das ununterbrochene An-

schlagen bezeichnet irgend eine Gefahr, worin sich die Tau
befinden, worauf die Glocke schleunigst aufgewunden wird. D
zwei, drei, vier bis sieben Schläge kann man das Zeichen
leisen Bewegungen, aufwärts und abwärts, vor und zurück, r
und links geben. Für alle andern Fälle dient wieder die Sch
tafel. Der oben stehende Aufseher hat eine dünne Leine um
Arm gebunden, und hält ausserdem eine zweite in der H
Beide sind unter der Wand der Glocke hindurch bis in die
gezogen. Die erste Leine ist an eine kleine Glocke befestigt
die andere hängt daneben. Will man sich eine Nachricht
theilen, so schreibt man selbige auf das Täfelchen und bef
dieses an die zweite Leine. Man zieht zunächst an der e
und diese Bewegung, je nachdem sie von den in der Tauc
glocke befindlichen Arbeitern oder vom Aufseher ausgeht,
entweder der Aufseher unmittelbar, oder sie macht, dass die kl
Glocke unten erklingt, und sogleich wird die zweite Leine a
holt und dadurch das Täfelchen mit der Nachricht herübergez

Die Taucherglocke ist in neuster Zeit sehr vielfach in
land angewendet, und an vielen Orten ist dieses jahrelang
schehn, so oft die Witterung es erlaubte. Nichts desto we
waren vor einigen Jahren nur einige Unglücksfälle dabei
kannt geworden. Der eine ereignete sich in Sheerness:
Senken der Glocke traf nämlich ihr Rand auf einen alten
tief unter Wasser. Die Arbeiter irrten sich in der Bestim
mit dem Zeichen und gaben nicht das Signal zum Heben,
dern zum weiteren Herablassen. Dieses wurde befolgt: die Gl
schlug zuletzt um und zwei Leute ertranken, während der
sogleich auftauchte und gerettet wurde. Eine andere Glocke
man versuchsweise von einem Schiffe bei Blackwall herab
wurde schlecht bedient und wahrscheinlich nicht mit Luft
sehn. Als die Gefahr des Erstickens augenscheinlich war, sch
ein Arbeiter mit grosser Geistesgegenwart unter dem Rand
Glocke hindurch, und brachte selbst die Nachricht von der
worauf seine Kameraden noch gerettet wurden.

Eine eigenthümliche Gefahr soll beim Herablassen der
in starker Strömung und noch mehr während des Wellen
entstehn, indem sie alsdann in heftige pendelartige Schwin
versetzt wird, und beim Berühren eines felsigen Grunde
zerbrechen kann. Unter solchen Umständen hört indes

lich die Anwendung der Taucherglocke auf, wenigstens wurde
underland, sobald ein starker Ostwind eintrat, die Glocke
mehr herabgelassen. Nichts desto weniger kann man auch
m Uebelstande begegnen, wenn man die Glocke an drei
n hängt, die über Rollen gezogen sind, welche weit von ein-
r abstehen.
Im Jahre 1842 machte eine Erfindung zum **Reinigen der**
t in den Taucherglocken viel Aufsehen. Der Dr. Payerne
sich mehrmals mit einem kleinen Kasten in dem Brunnen
olytechnical Institution herabgelassen und war stundenlang
geblieben. Der Werth dieser Erfindung wurde schon zwei-
t, als andre Personen ohne solchen Kasten und ohne dass
uftpumpe in Gang gesetzt wäre, eben so lange in der Taucher-
e blieben, indem die darin enthaltene Luftmenge so gross
ass eine Person längere Zeit hindurch darin athmen kann,
auch keine frische Luft hinzugeführt wird. Ein entschei-
r Versuch über die Erfindung sollte zu Spithead angestellt
n, wo Payerne vielfach in Gemeinschaft mit Pasley in der
e herabtauchte. Die darüber bekannt gewordenen Berichte
ken indessen wenig Vertrauen zu der neuen Erfindung.
erholentlich trat ein Missverständniss der gegebnen Zeichen
indem die Glocke zu früh heraufgezogen wurde. Wenn man
die Glocke wirklich bis zu bedeutender Tiefe herabliess, so
sie sich fast ganz mit Wasser an, Pasley, der dieses be-
hatte, war daher in vollständiger Taucherkleidung in die
ke gestiegen. Zuweilen wurden auch Cylinder, mit stark
rimirter Luft gefüllt, zu Hülfe genommen, und während der
n Versuche musste noch eine Luftpumpe ganz in gewöhn-
r Weise in Thätigkeit erhalten werden. Das Patent, welches
Payerne später löste, bezog sich auf eine Vorrichtung, das
nsaure Gas durch Kalk aufzusaugen und den Verlust an
rstoffgas durch verschiedene chemische Prozesse zu ersetzen.
euster Zeit ist von der Benutzung dieses Patentes nicht mehr
Rede.
Bei Erwähnung der verschiedenen Taucher-Apparate dürfen
die beweglichen Apparate, oder die **Taucherschiffe**
mit Stillschweigen übergangen werden, wenn sie gleich zur
hrung von Bauten wohl nie benutzt sind, noch auch dazu
zt werden können. Cornelius Drebbel fuhr mit einem sol-

chen zur Zeit Jacob I. unter dem Wasserspiegel der Themse
so gutem Erfolge umher, dass die Nachrichten darüber an's
glaubliche grenzen. Später zogen wieder die Versuche von B
nell in Connecticut die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich.
Absicht des Letztern ging dahin, im Amerikanischen Befrei
kriege die Englische Flotte zu zerstören, doch er selber erkra
nachdem er den Apparat während der Jahre 1773 bis 1775
sammengesetzt hatte. Nach vielem Suchen gelang es ihm en
einen Mann zu finden, der Geschicklichkeit und Muth genug
sass, um in dem Taucherschiffe zur feindlichen Flotte zu fa
Der eigentliche Zweck wurde jedesmal verfehlt, bald wurden
Schiffe gar nicht aufgefunden, bald war der Strom so stark,
der Apparat nicht an den Schiffen befestigt werden konnte,
dern forttrieb, einmal sollte wirklich bei Governor Island die
am Boden einer Fregatte angeschroben werden, doch die Sch
traf zufällig auf einen Bolzen oder eine Eisenstange und
nicht ein. Wie wenig indessen diese Erfolge für die Erfin
sprechen, so verdient dieselbe doch jedenfalls insofern gross
achtung, als das Schiff in willkührlicher Richtung und Tiefe g
Strecken weit unter Wasser fuhr, und sich mit Leichtigke
Verfolgung der Feinde entzog, als dieselben es einst beme

Das Schiff war so gross, dass ein Mensch bequem
sitzen und wenn er aufstand, durch die oben angebrachten
ster hindurchsehn konnte. Die Form war derjenigen äh
welche entsteht, wenn man zwei flache Schildkröten-Schaale
einander legt: die scharfen Ränder waren vorn, hinten und
Nach oben erhob sich aber noch ein cylindrischer Ansatz,
den der Taucher einstieg, und in welchem nach allen
Glasfenster angebracht waren. In der Decke des Cylinde
fand sich ein Ventilator, durch welchen frische Luft schne
getrieben werden konnte, so oft der Apparat sich über das
erhob. Eine Menge Bleiballast am Boden sicherte the
Stellung des Schiffes, theils diente derselbe auch dazu,
stark zu beschweren, dass es nur sehr wenig leichter bli
das Wasser, welches es beim vollen Eintauchen verd
Wollte daher der Taucher herabsinken, so musste
Apparat noch beschweren. Er brauchte zu diesem Zwecke n
ein am Boden angebrachtes und nach aussen aufschlagende
til zu treten, wodurch sogleich Wasser einfloss, welches

forderliche Ueberlastung hervorbrachte. Dieses konnte indessen durch eine Druckpumpe sehr schnell wieder herausgestossen werden, wodurch der Apparat sich wieder so weit *hob*, dass die obere Bodenfläche des Cylinders mit jenem ersten Ventile und den Glasfenstern über Wasser trat.

Zur *Fortbewegung* des Schiffes diente eine Schraube oder ein Propeller an der vordern Seite. Der Taucher konnte diese vor- und rückwärts mittelst einer Kurbel drehn, während er zugleich mit der linken Hand das *Steuer* regierte, welches sich hinter ihm befand. Ausserdem war vorn noch eine zweite Schraube etwa unter einem Winkel von 45 Graden gegen den Horizont angebracht. Mit dieser hob sich der Taucher, ohne dasjenige Gewicht des Apparates zu ändern, welches ihn mit dem Wasser in vollkommnes Gleichgewicht setzte, und mit dem er in jeder beliebigen Tiefe sich aufhalten konnte.

Um selbst in grosser Tiefe, wo kein Gegenstand zu erkennen war, den richtigen Cours zu verfolgen, diente ein *Compas*, der mit Phosphor angerieben war und sich sonach auch in vollkommener Dunkelheit noch markirte. Ein *Manometer*, das mit dem äussern Wasser in Verbindung stand, gab dagegen, sobald einiges Licht eindrang, die Tiefe an, in welcher das Schiff sich befand. Von aussen her liess der Apparat sich nicht mit frischer Luft versorgen, wodurch dessen Anwesenheit ohne Zweifel verrathen sein würde. Der Taucher konnte daher nur so lange unter Wasser bleiben, als die im Schiffe enthaltene Luft noch hinreichend rein war, was etwas über eine halbe Stunde dauerte.

Endlich war auch noch dafür gesorgt, dass der Taucher einige wenige *Verrichtungen ausserhalb* vornehmen konnte und hierzu diente ein lederner Aermel in einer Oeffnung im obern Cylinder, in welchen er einen Arm steckte. Das Anschrauben der Pulverkasten an feindliche Schiffe und das Entzünden derselben, was der eigentliche Zweck der ganzen Erfindung war, geschah aber durch besondere Apparate aus dem Taucherschiffe selbst. Der Pulverkasten war nämlich über dem erwähnten Cylinder befestigt und aus dem obern Boden des ersten ragte die scharfe Holzschraube hervor, die man im Schiffe drehen und dadurch befestigen sollte. Man konnte den untern Theil derselben aber auch ablösen, und wenn dieses geschah, so entzündete sich die Lunte und bald darauf erfolgte die Explosion. Als einst der

Taucher verfolgt wurde, löste er, um schneller entfliehen zu können, den Pulverkasten, der bald darauf mit heftiger Explosion sich entzündete. *)

Zu den Taucher-Apparaten muss endlich noch eine Vorrichtung gezählt werden, die Thunberg beim Bau des Hafens zu Carlscrona anwendete, mittelst deren man gleichfalls bis 20 Fuss tief herabsteigen und die Untersuchung des Meeresgrundes, so wie der unter Wasser ausgeführten Arbeiten vornehmen konnte. Dieser Apparat ist aber wesentlich von der Taucherglocke verschieden, indem der umschlossene Raum immer durch einen wasserdichten Boden vom Meeresgrunde getrennt bleibt, und die Luft, die ihn füllt, unmittelbar mit der Luft an der Oberfläche des Wassers in Verbindung steht, und daher nicht stärker als dieses gespannt ist. Ein hohes Fass, unten mit einem Boden und über demselben mit Fenstern versehn, bildete die ganze Vorrichtung. Fig. 241 *a* auf Taf. LIV zeigt dasselbe zur Hälfte in der äussern Ansicht und zur Hälte im Längendurchschnitt, Fig. 241 *b* dagegen die Ansicht von oben. Die ganze Länge des Fasses mass 23 Fuss und seine lichte Weite nahe 3 Fuss. Es war in gewöhnlicher Art aus hölzernen Dauben zusammengesetzt und mit starken eisernen Reifen verbunden. Zum Herabsteigen diente eine Leiter im Innern, deren Sprossen an die Wände genagelt waren. Nahe 4 Fuss über dem Boden waren vier starke und reine Glasscheiben von der Grösse eines Thalerstücks eingesetzt, durch welche man rings umher die Untersuchung vornehmen konnte. Die Tonne liess sich indessen ohne Anwendung schwerer Gewichte weder tief versenken, noch auch sicher in der senkrechten Stellung erhalten. Zu diesem Zwecke waren am untern Ende zwei starke Felgenkränze aufgesetzt, und über dieselben wurde eine zweite Wand, wieder aus Fassdauben bestehend, angebracht. Der Ballast, der besonders zu diesem Zwecke gegossen war, wurde auf die untere Felge gepackt, und später die erwähnte äussere Wand angesetzt. Da letztere jedoch nicht wasserdicht zu sein brauchte, so begnügte man sich, sie mit Tauen festzubinden. Es waren ungefähr 8000 Pfund Ballast zum Senken der Tonne nöthig, doch legte man einen Theil desselben flach auf den Boden, um nach Beendigung

*) *Edinburgh Encyclopaedia.* Diving.

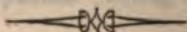
rsuchung den Apparat so weit zu erleichtern, dass er sich schwimmend auf eine andere Stelle gebracht werden konnte. unberg benutzte zu gleichem Zwecke noch ein anderes nt, das auch später vielfache Anwendung gefunden hat. ist das sogenannte Wasser-Fernrohr, mit welchem ichfalls, jedoch nur in mässiger Tiefe, die Untersuchung ndes und andrer Gegenstände unter Wasser vornehmen Das Wasser ist nicht leicht so klar, dass man ohne be- Apparate hindurchsehn und in einiger Tiefe noch die inde deutlich erkennen kann. Zuweilen ist dieses aller- er Fall: so wird man beim Befahren der Seen, welche letscherwasser gespeist werden, überrascht durch die voll- ste Durchsichtigkeit des Wassers. Auf dem Königs-See burgischen kann man die Fels-Ufer wohl über hundert nter Wasser deutlich verfolgen und ihre Formen genau . Auch der Ocean soll, wenn er lange Zeit hindurch rch Stürme aufgeregt war, diese volle Klarheit besitzen, man herabgeworfene Gegenstände, die niedersinken, meh- nuten hindurch in allen ihren Bewegungen deutlich ver- ann. Die Ströme, und namentlich die Gebirgsströme, die der Dürre aus klaren Bächen gespeist werden, lassen n der Tiefe von 3 bis 5 Fuss noch vollkommen deutlich nd erkennen. In der Saar ist diese Erscheinung sehr ich, auch in der Mosel und Ruhr bemerkt man sie zuweilen. Allgemeinen kann man indessen ohne besondere Vorrich- gar nicht, oder doch nur in sehr mässiger Tiefe die unter befindlichen Gegenstände erkennen. Zum Theil rührt avon her, dass das Auge bei dem starken Lichte, welches immt, für die schwachen Eindrücke der weniger erleuch- genstände nicht empfänglich ist. Man kann aber leicht npfänglichkeit wiederherstellen, wenn man das starke Licht hsten Umgebungen abschliesst. So gelingt es häufig, im Wasser zu sehen, wenn man nur irgend eine Röhre, Röhre eines grossen Fernrohrs, aus welchem alle Gläser sind, mit dem untern Ende ins Wasser taucht, und das icht über die Ocular-Oeffnung legt. So lange das Auge n den frühern Eindrücken geblendet ist, sieht man freilich aber etwa nach einer Minute treten die Gegenstände schon ervor. Ich habe auf diese Weise häufig bis auf 12 Fuss

Wassertiefe den Grund am Rande der Ostsee deutlich sehen können, während es unmöglich war, ohne die Röhre irgend einen Gegenstand zu bemerken.

Das Wasser muss indessen schon sehr klar sein, wenn dieser Versuch gelingen soll, denn alle Körper, die im Wasser schwimmen, wie fein sie auch sein mögen, werden erleuchtet und absorbiren daher das Licht so stark, dass dasselbe in einer gewissen Tiefe nicht mehr hinreichende Stärke hat, um die Gegenstände erkennen zu lassen. Ein andres, viel kräftigeres Mittel zur Erleichterung des Sehens unter Wasser besteht sonach darin, dass man Letzteres nicht in die Röhre hineintreten lässt, durch welche man hindurchsieht, und zwar wird der Erfolg um so vollständiger sein, je dünner die übrig bleibende Wasserschicht ist, welche der Lichtstrahl durchdringen muss. Hierauf beruht die Einrichtung des Wasserfernrohrs. Thunberg construirte es aus Holz, wie Fig. 242 zeigt. Am untern Ende war es durch eine luftdicht eingesetzte, starke und recht reine Glasscheibe geschlossen, damit diese aber nicht etwa beim Gebrauche auf irgend einen Gegenstand gestossen und beschädigt würde, traten drei an das Rohr angebundne hölzerne Arme vor die Scheibe vor. Zum Herablassen diente endlich ein schwerer Bleiring.

Wenn man das Wasserfernrohr in strömendem Wasser benutzen will, so kann man es nicht füglich an dem über das Wasser vortretenden Theile hinreichend festhalten, man muss alsdann noch zwei an Charnieren befestigte Lenkstangen am untern Theile anbringen, und diese durch zwei Arbeiter halten lassen. Diese Stangen müssen sich aber in zwei Ebnen bewegen, die sich rechtwinklig in der Axe des Fernrohrs schneiden.

Man pflegt gegenwärtig das Wasserfernrohr aus Blech zu construiren. In Frankreich hat man dabei noch die Aenderung eingeführt, dass die Glasscheibe nicht unten, sondern oben eingesetzt wird. Die geringere Grösse, welche sie in diesem Falle erhält, ist ohne Zweifel als ein Vorzug anzusehn, dagegen tritt hierbei das Wasser von unten in die Röhre und füllt sie zum Theil an, wodurch die Deutlichkeit leidet: ausserdem bleibt die Oberfläche des Wassers auch nicht eben und senkrecht gegen die Axe gekehrt, sie kann sogar stark schwanken, wodurch die Strahlenbrechung das Bild bedeutend verzerrt und sonach die Deutlichkeit noch mehr leidet.



Vierzehnter Abschnitt.

chiffahrts-Anlagen.



§. 95.

Die Flussschiffahrt.

Die Regulirung der Ströme hat häufig und vielleicht in den ...sten Fällen keinen andern Zweck, als die Erleichterung und ...dehnung des Schiffahrtsbetriebes. Es ist daher bereits oben ...67) von den Erfordernissen der Schiffahrt mehrfach die Rede ...wesen, doch gehören dazu auch andre Anlagen und bauliche ...sführungen, die der eigentlichen Stromregulirung fremd sind, ... daher besonders behandelt werden müssen.

Die Wichtigkeit der Flussschiffahrt und ihr Einfluss auf ... allgemeine Wohl bedarf keiner nähern Auseinandersetzung. ... Ströme sind natürliche Strassen, die das Binnenland mit dem ...ere verbinden. Die Kosten der Anlage und Unterhaltung der ...mregulirungswerke sind oft allerdings sehr bedeutend, aber ...einhin stellen sie sich als geringfügig heraus, wenn man sie ... denen der sonstigen Communications-Mittel vergleicht.

Der Umstand, dass die Schiffe, welche dem Strome folgen ...r in der Thalfahrt begriffen sind, keiner äussern Kraft zu ...er Bewegung bedürfen, ist nicht immer als Vortheil zu betrach... denn ihre Zurückführung gegen den Strom oder die Berg...art ist aus demselben Grunde um so beschwerlicher. Dazu ...mmt noch der Uebelstand, dass das Schiff, welches nur vom ...ome bewegt wird, schwer zu steuern ist und leicht die tiefste ...ne des Bettes verfehlt, wodurch es bei heftiger Strömung und ...ker Krümmung des Fahrwassers nicht selten aufgehalten und ...eilen sogar grossen Gefahren ausgesetzt wird.

Der Nachtheil des erschwerten Zuges bei der Bergfahrt ver...windet grossentheils in denjenigen Fällen, wo die Frachten sich in der Richtung des Stromes bewegen, oder die Schiffe leer

heraufgehn. Dieses ist im Verkehr mit mineralischen Producten der gewöhnliche Fall: so gehen die Steinkohlen auf der Ruhr und Saar und das Salz auf der Traun immer stromabwärts. Auch Getreide, Holz und andre rohe Producte bewegen sich gemeinhin in der Richtung des Stromes oder nach dem Meere hin. Das Holz wird aber in den meisten Fällen gar nicht in Schiffe verladen, sondern schwimmt zu Flössen verbunden, oder ganz lose in einzelnen Scheiten den Strom oder Fluss herab. Die Bergfahrt besteht im letzten Falle gar nicht. Doch auch beim Transport des Getreides tritt bei rohem Schiffahrtsbetriebe und auf grossen Strömen nicht selten ein ähnliches Verhältniss ein. Getreide, Hanf, Oel und andre Producte, die auf der Weichsel und auf dem Memelstrome aus Russland nach den Preussischen Ostseehäfen herabkommen, sind grossentheils auf sehr schwere Fahrzeuge verladen, welche nur eine einzige Fahrt machen und, sobald sie den Seehafen oder die Grenze der Seeschiffahrt erreicht haben, zerschlagen und als Brennholz und Bauholz verkauft werden. Auf dem Missisippi geschieht dasselbe.

Das wichtigste Erforderniss der Schiffahrt ist eine genügende Wassertiefe, und die Wohlfeilheit der Frachten ist vorzugsweise durch sie bedingt. Die Anlage- und Betriebskosten für grössere und kleinere Schiffe sind allerdings sehr verschieden, aber keineswegs in demselben Verhältnisse, wie ihre Tragfähigkeit abnimmt. Daher kann ein grösseres und tiefer beladenes Schiff viel wohlfeiler transportiren, als ein kleineres, und man muss bei der Schiffbarmachung eines Stromes immer von der Absicht ausgehn, die Anwendung möglichst grosser und möglichst tief gehender Schiffe zu befördern. Es kommt hierbei aber natürlich nicht auf einzelne kürzere Strecken an, denn der ganze Vortheil schwindet, wenn stellenweise umgeladen, oder ein selten wiederkehrender höherer Wasserstand abgewartet werden muss. Es ist vielmehr nothwendig, dass auf dem ganzen Wege, welchen die Producte oder Waaren zurücklegen, ohne Ausnahme die erforderliche Wassertiefe überall vorhanden ist.

Auf den meisten Strömen findet die Schiffahrt bei gewissen höhern Wasserständen keine Hindernisse, wohl aber treten solche zur Zeit der anhaltenden Dürre ein. Zuweilen ist alsdann der Schiffahrtsbetrieb auch ganz unterbrochen, wie auf der Ruhr und

wenigen Jahren noch auf der Saar und selbst auf der Mosel. manchen Fällen, und namentlich wenn es mehr auf wohlfeile, auf schnelle Beförderung ankommt, pflegen die Schiffer auch kleinem Wasser grosse Ladungen anzunehmen und höhere sserstände abzuwarten, weil ohnerachtet der längeren Dauer Reise dennoch die Transportkosten auf diese Weise sich bil- stellen. Besonders auf der Oder soll dieses häufig geschehn.

Die höchsten Wasserstände, wenn sie auch nicht mit gängen zusammentreffen, sind für die Schiffahrt nicht nutzbar. Bergfahrt wird dabei durch die starke Strömung und durch Ueberfluthung der Leinpfade sehr erschwert, und die Thalfahrt alsdann nicht nur wegen der Heftigkeit des Stromes, sondern wegen der weiten Verbreitung der Inundation mit vielfachen hren verbunden, besonders wenn die Ufer hoch überfluthet len und man das eigentliche Strombette nicht mehr mit Sicher- erkennen kann. Auch wird das Anhalten der Schiffe und Anlegen derselben an die Ufer alsdann so beschwerlich und cher, dass man schon aus diesem Grunde sie dem Strome überlassen mag. Nur Dampfschiffe, deren Maschinen kräf- genug sind, um den Strom zu überwinden, setzen, wenn auch beim allerhöchsten Wasser, doch während sehr hoher Wasser- de noch die Fahrten fort, und ihr Nutzen für den Güterverkehr ht vorzugsweise darauf, dass sie noch gegen den Strom fah- und sogar andere Schiffe schleppen, wenn die Leinpfade be- inundirt sind.

Die Fahrten der gewöhnlichen Flussschiffe werden wegen der ssigen stärkern Ladung am vortheilhaftesten, wenn der Strom e bordvoll ist, oder die Ufer so eben noch trocken sind. n darf aber nicht voraussetzen, dass die Schiffe in gleichem asse um so tiefer beladen werden dürfen, als das Wasser steigt. stärkere Strömung erlaubt nicht mehr das genaue Einhalten tiefsten Rinne, und oft verflacht sich diese auch bei dem höhern sser. Die Schiffer pflegen daher besondere Regeln über den ässigen Tiefgang zu haben, welche natürlich aus der hrung hergeleitet sind und daher nur für einzelne Strom- ken gelten. Gemeinhin stellt sich das Verhältniss annähernd ler Art heraus, dass bei dem Steigen des Wassers um einen der Tiefgang der Schiffe um 9 Zoll vergrössert werden darf.

Die Anwendung verschiedner Schiffe bei verschiednen Wa
ständen würde für den Betrieb ohne Zweifel vortheilhaft sein
das hohe, für starke Einsenkung bestimmte Schiff bei kl
Wasser überflüssig schwer ist und sonach die Ladung dess
nur geringe sein kann. Nichts desto weniger verbietet sich
solche Anordnung durch die sehr vermehrten Anlagekosten
immer nur theilweise sich verzinsen würden. Einzelne Bei
dafür fehlen freilich nicht, aber von diesen seltnen Ausnahme
gesehn wird im Allgemeinen dasselbe Schiff beim niedrigsten
wie beim höchsten schiffbaren Wasserstande benutzt. Die
tiefe muss deshalb so gross sein, dass die Schiffe noch
kleinsten Wasser hinreichende Ladung einnehmen kö
um mit Vortheil zu fahren.

Auf nicht regulirten Strömen sind die Schiffe gew
übermässig stark gebaut, auch wohl mit doppelten Böden ve
um beim Festfahren auf Sand- und Kiesbänke und beim
stossen gegen Steine und Baumstämme nicht beschädigt zu
den. Sobald durch Regulirung des Stromes diese Gefahr
seitigt oder wesentlich vermindert werden, hört auch das Bed
der schweren Bauart auf und leichtere Schiffe finde
gang, die an sich weniger tief eintauchen, und bei gleiche
gange viel mehr laden können, als die ältern. Die soge
Böcke, die in früherer Zeit auf der Weser ausschliesslich
wurden und auch jetzt noch vorzugsweise daselbst im G
sind, tauchen leer 15 bis 18 Zoll oder durchschnittlich
ein, und laden auf jeden Zoll Einsenkung etwa $1\frac{4}{5}$ Last. In
Zeit hat dagegen eine andre Bauart Eingang gefunden, we
jenigen der Lippe-Schiffe ähnlich ist. Letztere unterschei
von den Böcken besonders durch grössere Breite und e
leichtern Bau. Sie gehen leer nur 10 Zoll tief und laden
Zoll Einsenkung ungefähr $2\frac{2}{5}$ Last. Bei der Einsenk
3 Fuss konnten daher die alten Schiffe nur 36 Last lad
rend die neuern mit 62 Last befrachtet werden.

Durch Regulirung eines Stromes wird abgesehn v
Vortheile und von der wirklichen Vertiefung des Fahrwas
auf andre Art die Vergrösserung der Ladungen
Eine stark gekrümmte und dabei zugleich enge Rinne k
lich nicht mit Sicherheit von den Schiffen verfolgt werd

ich ist dieses während der Thalfahrt der Fall, da das Schiff das Wasser nur wenig relative Bewegung hat und daher -ht steuert. Aber auch bei der Bergfahrt ist der Schiffer oft im Stande, die tiefste Rinne inne zu halten, wenn dieselbe von der Richtung des Leinenzuges abweicht. Damit näm- die Leine, die immer in derjenigen Richtung zieht, in wel- sie gespannt ist, das Schiff nicht gegen das Ufer treibt, das Steuerruder soweit umgelegt werden, dass das Schiff in Augenblicke sich eben so weit vom Ufer entfernt, als es durch -eine herangezogen wird. Hierdurch nimmt es häufig eine schräge Stellung gegen den Strom an, die nicht nur einen rkten Zug bedingt, sondern auch eine grosse Breite des wassers erfordert, die oft gar nicht vorhanden ist. Dabei ist der Umstand von grosser Wichtigkeit, dass das Schiff in em Falle durch die am Maste befestigte Leine sich seitwärts t; der flache Boden, der beim freien Schwimmen horizontal und daher an beiden Seiten sich in gleicher Tiefe unter dem sserspiegel befindet, neigt sich zugleich mit dem Schiffe stark wärts und taucht an der Seite, welche dem Leinpfade zugekehrt leicht 4 bis 6 Zoll tiefer ein, als bei horizontaler Lage. Hier- h erklärt es sich, dass die Schiffer auf nicht regulirten men die Fahrzeuge immer weit weniger tief beladen, als die andene Wassertiefe zu gestatten scheint.

Wird sonach die Regulirung eines, bisher nicht selbst lassenen Stromes vorgenommen, so vergrössert sich der nutz- Tiefgang der Schiffe in dreifacher Beziehung: nämlich in e der Veränderung im Bau der Schiffe und in der Richtung tiefsten Rinne gewinnt man oft einen vollen Fuss, und wenn erdem die Wassertiefe in der Fahrrinne sich noch vergrössert, auf den flachsten Stellen vielleicht um einen halben Fuss zu- nt, so stellt sich ein Resultat heraus, welches den entschieden- Einfluss auf die Schiffahrt und die Frachtsätze äussert, und hes gemeinhin die Kosten der Regulirung überreichlich deckt.

Die hinreichende Tiefe ist indessen nicht das einzige Er- rniss eines sichern und bequemen Fahrwassers. Ausserdem s dasselbe gehörige Breite haben und von scharfen immungen frei sein. Endlich aber dürfen darin keine zu e Stromschnellen vorkommen. Nicht selten vereinigen

sich an einzelnen Stellen alle hier erwähnte Mängel, und eine Abhülfe durch Stromregulirung ist alsdann am dringendsten. Wenn das Hochwasser namentlich vor den Mündungen von Seitenflüssen hohe Kies- und Sandbänke unregelmässig aufwirft, so ist die Fahrrinne bei kleinem Wasser gemeinhin gekrümmt und flach und oft zugleich sehr schmal. In Folge dieser Beschränkung des Profiles kann die ganze Wassermenge des Stromes nicht früher hindurchfliessen, als bis durch Anschwellen des Oberwassers die entsprechende Geschwindigkeit dargestellt ist. Auf diese Art entsteht an solchen Stellen auch ein starkes Gefälle und eine heftige Strömung, wodurch die Bergfahrt erschwert und die Thalfahrt gefährdet wird. Besonders wird die Gefahr sehr gross, wenn Felsbänke unterhalb solcher Stromschnellen liegen, oder felsige Ufer vortreten.

Schon früher (§. 73) sind die Methoden angegeben, wodurch dergleichen Schiffahrts-Hindernisse sich beseitigen lassen und es ist auch erwähnt, dass ein starkes Gefälle verbunden mit starker Strömung, so lange es innerhalb gewisser Grenzen bleibt, nicht immer als wesentliches Schiffahrts-Hinderniss angesehen wird. Auf der Saar und Mosel werden Gefälle von 1:500 noch ohne grosse Mühe und ohne besondere Beschwerde überwunden, besonders wenn immer zwei Schiffe die Bergfahrt gemeinschaftlich machen und die Pferde von beiden an solchen Stellen vor jedes einzelne Schiff gespannt werden. Dabei ist es aber nothwendige Bedingung, dass die Stromschnelle theils an sich gerade ist, theils aber auch das Fahrwasser weiter abwärts dieselbe Richtung behält, und sonach das Schiff, sobald es die Stromschnelle verlässt, nicht sogleich eine scharfe Drehung machen darf. Endlich muss in diesem Falle auch der Leinpfad besonders bequem sein und parallel und möglichst nahe am Fahrwasser liegen. Alsdann ist der starken Strömung unerachtet die Thalfahrt noch als sicher zu betrachten, und wenn die Bergfahrt auch mit Zeitverlust verbunde ist und eine besonders starke Anstrengung der Pferde erforder so findet doch keine vollständige Unterbrechung der Fahrt od wirkliche Gefahr für Schiffe oder Pferde statt, und der Uebelstan wird daher von den Schiffern gewöhnlich nicht als erheblich angeseh

In manchen Fällen kommt man der Schiffahrt dadurch Hülfe, dass man zur Zeit der Dürre künstliche Anschwel lungen erzeugt. Dieselben können indessen von keiner la

Dauer sein, weil es an dem dazu erforderlichen Wasserquan-
fehlen würde. Man begnügt sich daher, durch den kräftigen
uss aus dem Oberwasser einer Mühle oder einer sonstigen
-Anlage eine einzige Fluthwelle zu bilden, die sich ziemlich
ell stromabwärts bewegt und einen hohen, für die Schiffahrt
neten Wasserstand mit sich führt. Die in der Thalfahrt
ffenen Schiffe, welche sich eben so schnell, wie diese Fluth-
bewegen und stets auf deren Scheitel bleiben müssen, fin-
laher überall hinreichend tiefes Fahrwasser und können auf
Weise ganz ungehindert fahren.

Zur Erleichterung der Holzflösserei werden dergleichen künst-
Anschwellungen auch in Deutschland häufig ausgeführt:
anchen Gegenden beruht darauf die Flösserei sogar aus-
sslich. Im Schiffahrts-Interesse ist dieses Verfahren bei
ziemlich selten, weil dessen Einführung und Benutzung in der
nur unter ganz besondern Umständen möglich ist. Zunächst
nämlich der Frachtverkehr nur stromabwärts gerichtet sein,
an muss eine Stau-Anlage bestehn, durch welche man bei
em Wasser die Zuflüsse ansammeln und plötzlich dem Strome
ssen kann, auch muss das Bette in der ganzen zu befahren-
Strecke ziemlich geschlossen bleiben, da bei grosser Ver-
ang desselben die Anschwellung nicht mehr die erforderliche
erreichen würde. Endlich aber dürfen die Schiffe bei den
r abwärts vorkommenden Stau-Anlagen keine Kammer-
eusen passiren, weil dadurch ein so grosser Zeitverlust ent-
würde, dass sie die Fluthwelle nicht mehr einholen könnten.

So viel mir bekannt, ist diese Methode zur Erleichterung der
iffahrt unter allen Preussischen Strömen allein auf der
kel eingeführt. Die Berkel ist von Vreden bis zur Nieder-
ischen Grenze ein so unbedeutendes Flüsschen, dass man kaum
eift, wie auf demselben Schiffahrt betrieben werden kann. Der
liche Mangel an fahrbaren Strassen und der Werth der nach
nd in grosser Menge gehenden Waaren, vorzugsweise Töpfer-
en, die in Vreden und der Umgegend fabricirt werden, haben
sen seit langer Zeit das in Rede stehende Mittel zur Dar-
ng eines Wassertransportes hier versuchen lassen, und wenn
h die ganze Anordnung sehr roh war, so zeigte sie sich den-
so vortheilhaft, dass man davon regelmässig mehrmals im

Jahre Gebrauch machte. In neuester Zeit ist durch die Anlage einer Stauschleuse der Verkehr etwas erleichtert. Ich will mit der Beschreibung des früher hier üblichen Verfahrens den Anfang machen, doch ist es nothwendig, die localen Verhältnisse, soweit sie hierbei in Betracht kommen, vorher anzudeuten.

Bei Vreden liegt eine bedeutende Mühle, die von der Berkel betrieben wird und etwa 12 Fuss hoch das Wasser aufstaut. Weiter unterhalb, wenigstens bis zur Niederländischen Grenze, befindet sich keine Mühlen-Anlage an diesem Flusse. Das Bett der Berkel ist 16 bis 20, stellenweis auch wohl 24 Fuss breit und, wo es nicht höhere Ufer berührt, etwa 3 Fuss im Wiesengrunde eingeschnitten. Der gewöhnliche Wasserstand darin beträgt weniger als 1 Fuss und stellenweise misst die Tiefe nur einige Zolle. Für die Regulirung des Flusses ist hier noch niemals etwas geschehn, woher derselbe fortwährenden Veränderungen unterworfen ist. Die Ufer sind überall sandig: sobald der Anfall des Stromes sie trifft, stürzen sie daher ein, aber in gleicher Maasse bildet sich gegenüber auch Verlandung, woher die Breite keine dauernde Veränderung erleidet. Die Niederländische Grenze ist etwa 1½ Meilen von Vreden entfernt, und das Gefälle beträgt für diese Strecke nahe 40 Fuss. Nicht weit unterhalb der Grenze bei Eiberge befindet sich eine Stauschleuse, welche bis zur Landesgrenze zurückstaut, woher die Schiffe von hier ab hinreichendes Fahrwasser antreffen.

Die Schiffe sind ziemlich roh mit senkrechten Seitenwänden und in derselben Form gebaut, wie man sie in den südlichen Provinzen von Holland auf kleinen Gewässern gewöhnlich sieht. Sie sind ohne das Steuer 36 Fuss lang, an der Stelle, wo der Mast steht, 7 Fuss breit, doch ist die Breite der hintern Hälfte bedeutend geringer. Sie tauchen, wenn sie beladen sind, etwa 2 Fuss tief ein und laden alsdann gegen 200 Centner.

Diese Fahrzeuge hebt man, nachdem sie zur Zeit des hohen Wassers bis Vreden zurückgebracht sind, aus dem Flussbette, und stellt sie neben demselben auf dem Wiesengrund auf. Sie werden hier auch beladen, da sie im Flussbette doch nicht schwimmen würden, und sonach daselbst mehr, als auf der Wiese leiden könnten, wo man für ihre gleichmässige Unterstützung vollständig Sorge tragen kann. Sobald dreissig bis vierzig Schiffe in dieser Weise be-

sind, einigt man sich mit dem Müller darüber, dass er an zur Abfahrt bestimmten Tage früh Morgens die Freiarche und etwa eine Stunde hindurch das Oberwasser abfliessen . Am Abende vorher begeben sich alle Schiffer, deren Zahl halb so gross ist als die der Schiffe, an eine nicht weit abs belegene Stelle des Flussthales, wo dasselbe besonders enge und zu beiden Seiten von höhern Ufern eingeschlossen wird. e Stelle des Thales wird gesperrt: eine Bohle, die man auf hohe Kante legt, schliesst zuerst das Bette. Rasen werden beiden Seiten dagegen gepackt, und wenn die Packung hinende Höhe hat, so legt man auf die erste Bohle eine zweite, t wieder Rasen davor und schüttet auch wohl Sand dagegen, man einen Damm von 5 bis 6 Fuss Höhe dargestellt hat, nicht nur das Flussbette, sondern das Thal vollständig sperrt. n der Abfluss des Wassers auf solche Art gehemmt wird, so t schon während der Nacht einige Stauung an, aber dieselbe it ausserordentlich zu, sobald am Morgen die Schützen der rche geöffnet werden. Die ganze Wiese bis zu dem Damme andelt sich in einen See und die Schiffe, die darauf stehen, n an zu schwimmen. Man schiebt sie möglichst schnell und ichst nahe zusammengedrängt gegen den Damm, und sobald ich demselben nähern, wird er durchstochen und von dem stürzenden Wasser auch sogleich zerstört. Der heftige Strom, sich bildet, reisst die Schiffe mit sich fort, und es kommt af an, sie immer im Treiben und im stärksten Strome zu ern, denn das Hochwasser verläuft sehr schnell. Ein Schiff, das al festfährt, ist gewöhnlich nicht mehr schnell genug flott zu en, es wird daher sogleich verlassen und steht bald auf der nen Wiese, bis er nach mehreren Wochen oder Monaten bei nächsten Schleusung seine Reise fortsetzen kann.

Weit vollständiger ist dieses System der Schiffahrt auf kleinern Flüssen in Frankreich ausgebildet, und entlich wird es durch die beweglichen Wehre ausserordentlich chtert. Letztere sind in solchen Abständen von einander ausihrt, dass der Stau eines jeden die für leere Schiffe erforder Tiefe in der anstossenden obern Flussstrecke darstellt, woh die Möglichkeit geboten wird, selbst die leeren Schiffe wieheraufzubringen. In Zwischenzeiten von zwei bis drei Wochen

wird gewöhnlich eine Fluthwelle herabgelassen, indem ma
sämmtlichen Wehre nach und nach öffnet, oder eine Sc
sung (*éclusée*) bewirkt. Die sämmtlichen Schiffe, welc
Fahrt mitmachen wollen, müssen zur Abreise fertig sein, al
spannt man in der obersten Stromhaltung das Wasser
vollständigen Verschluss des Wehres einen oder mehrere
hindurch an, bis die Schiffe schwimmen und gegen das n
Wehr geführt sind. Dieses wird alsdann geöffnet und die
treten mit der Fluthwelle zugleich in die zweite Haltung.
daselbst befindlichen Schiffe vereinigen sich mit ihnen, und
sich dem zweiten Wehre, das alsdann gleichfalls geöffnet w
so fort. Hierbei findet der grosse Vortheil statt, dass die
welle nicht ununterbrochen und gleichmässig fortschreitet, s
bei jedem Wehre angehalten wird, und sonach die etwa z
bleibenden Schiffe Gelegenheit haben, die übrigen wieder
holen. Wenn dieses Verfahren auch keinen regelmässigen
fahrtsbetrieb gestattet, und der Verkehr viel weniger dadu
leichtert wird, als wenn der erforderliche Wasserstand fort
vorhanden wäre, so ist doch nicht zu leugnen, dass ein
abwärts gerichteter Gütertransport auf kleinen Flüssen hi
auf die wohlfeilste Art möglich gemacht werden kann, und
dieses System keineswegs verwerflich ist.

Will man grössere Kosten auf die Anlage verwend
lässt sich der für die Schiffahrt erforderliche Wasserstand d
erhalten, wenn man Wehre in solcher Höhe aufführt, da
grösste Theil des Gefälles durch sie aufgehoben wird. A
muss aber zur Seite jedes Wehres eine Schiffsschleuse od
stige Vorrichtung zur Ueberwindung des Gefälles ang
werden. Wenn in dieser Art die einzelnen Stromstrecken zw
je zwei Wehren bei kleinem Wasser nur sehr wenig Gefä
halten, so sagt man, dass der Strom kanalisirt sei. I
Weise ist die Ruhr, sowie die Lippe und Lahn behandelt
Endlich aber kann man auch noch weiter gehen, und die
Schleusen-Kanäle neben jedem Wehre unter sich verbind
durch die Schiffahrt ganz aus dem Flussbette gewiesen w
ein vollständiger Kanal zur Seite des Stromes entsteh
letzte Verfahren ist allerdings in der Anlage am theuer
gewährt aber den grossen Vortheil, dass die geringste

ge zur Erhaltung der Schiffahrt genügt, und es empfiehlt sich r vorzugsweise für kleine Flüsse. Es ist besonders in Eng- sehr häufig angewendet.

Die oben angegebenen Erfordernisse der Schiffahrt stellen keineswegs auf allen Strömen in gleichem Maasse dar. Die sse und Construction der Schiffe und die Art des Schiffahrts- ebes bedingen so wesentliche Verschiedenheiten, dass man die smaligen Bedürfnisse in dieser Beziehung genau kennen muss, r man in einem bestimmten Falle das Project zur Strom- lirung aufstellen kann. Einige Bemerkungen über den Be- b der Flussschiffahrt dürfen daher hier nicht umgangen en.

Nur auf solchen Strömen oder grössern Theilen derselben, ie Gefälle und sonach die Geschwindigkeit des Wassers sehr ge ist, pflegt sich die Segelschiffahrt vollständig auszu- n. Dieses geschieht vorzugsweise in den untern Stromtheilen in weit ausgedehnten Ebenen, und namentlich wenn daselbst e Seen vorkommen, die das geschlossene Strombette unter- en oder in schiffbarer Verbindung mit demselben stehn. Von nigen Stromtheilen, die einem starken Wechsel der täglichen ausgesetzt sind, ist hier indessen noch nicht die Rede: sie vielmehr in hydrotechnischer Beziehung schon als Theile des es anzusehn und werden daher später behandelt werden. llgemeinen ist das Segel bei den Flussschiffen nur ein unter- dnetes Hülfsmittel zur Bewegung. Es wird unter günstigen tänden wohl benutzt, um die Fahrt etwas zu beschleunigen den Leinenzug zu erleichtern, auch wohl um den letzteren enweise ganz entbehrlich zu machen: ausserdem dient es ig zur besseren Steuerung des Schiffes, wenn aber auch kein d vorhanden ist, und sonach das Segel nicht gebraucht wer- kann, oder andere Umstände die Benutzung desselben ver- n, so werden dennoch die Fahrten fortgesetzt, indem der ieb auf andere Kräfte basirt ist, die weniger vom Zufall ingig sind.

Für die Thalfahrt giebt der Strom selbst die bewegende ft. Das Schiff nimmt sehr bald nicht nur die Geschwindig- des Wassers, sondern sogar eine etwas grössere an (§. 63.), dieser Umstand ist in sofern überaus vortheilhaft, als der Unter-

schied zwischen beiden eine relative Bewegung des Schiffes das Wasser verursacht, von der allein die Wirksamkeit des S ruders abhängt. Diese relative Bewegung ist indessen gew nur sehr geringe, und daher folgt das Schiff bei der Th im Allgemeinen nur sehr unvollständig und langsam dem ruder. Es treten ausserdem zwei Umstände hinzu, wel Führung des Schiffes dabei noch erschweren. Der erste darauf, dass das Schiff, eben weil es das Moment der T vollständiger als das Wasser conservirt, beim Passiren Krümmungen sehr stark der tangentialen Richtung folgt, her leicht an das concave Ufer geworfen wird. Ausserd nimmt das Schiff bei der Bewegung des Steuers zuerst eine Richtung an, und zwar in der Art, dass sein Hintert derjenigen Seite ausweicht, von der man es entfernen weitesten tritt alsdann das Steuerruder selbst an die vor. Sobald dieses aber den Grund berührt, oder gar g Buhne oder das Ufer stösst, so wird es nicht nur an de freien Bewegung gehindert, sondern es wirkt sogar als hungsaxe, und das Schiff fällt seiner ganzen Länge na das Ufer. Hierbei pflegen die langen Steuerruder d häufig so hoch gehoben zu werden, dass sie abbrec denjenigen Strömen, wo diese Gefahr besonders oft ein daher die Einrichtung getroffen, dass die Ruder nicht Axen beweglich sind, sondern die Form und Befesti eines gewöhnlichen Riems erhalten, welches man leich Wasser heben kann. Sie heissen alsdann Streichru Handhabung ist bedeutend schwieriger, aber sie sind viel wirksamer, indem man sie förmlich wie gewöhnli oder Ruder wiederholentlich ausheben und daher die Dr Schiffes viel schneller bewirken kann. Es darf kau werden, dass die Drehung des Schiffes nicht mit der der Richtung der Fahrt verwechselt werden darf, und d nur die mittelbare und oft sehr unvollständige Folge der

Indem das Steuerruder bei der Thalfahrt wenig keit besitzt, so wendet man noch verschiedene andere Lenkung des Schiffes an. Hierher gehört zunächst de der Segel. Sie dienen entweder unmittelbar dazu, auf die dem Winde abgekehrte Seite zu drängen, vo

ber nur, um seine Bewegung zu beschleunigen und dadurch die relative Bewegung gegen das Wasser zu vergrössern oder die Wirksamkeit des Ruders zu vermehren. Bei breiten Strömen und entgegenstehendem schwachen Winde kommt es auch vor, dass die Schiffe ganz quer gegen den Strom gestellt werden, und man sie steuert, indem man den Segeln solche Richtung giebt, dass sie das Schiff nach vorn oder nach hinten treiben, und dadurch dasselbe dem einen oder dem andern Ufer nähern. Dieses Manöver ist indessen beim Begegnen von Schiffen häufig sehr lästig und sogar gefährlich, woher es am passendsten ganz zu verbieten wäre.

Auf manchen Strömen wie z. B. auf der Weser ist der Gebrauch der Segel bei der Thalfahrt gar nicht möglich, da nach den localen polizeilichen Vorschriften der Mast nur bei der Bergfahrt aufgestellt sein darf, bei der Thalfahrt aber niedergelegt werden muss. Diese Bestimmung ist im Interesse des Landverkehrs und der Fähranstalten erlassen und hat vorzugsweise den Zweck, das vielfache Herablassen der Fährleinen zu vermeiden.

Ein andres Mittel zur Vergrösserung der relativen Geschwindigkeit des Schiffes ist der Gebrauch langer Rieme oder Ruder, die in gleicher Art, wie bei Böten seitwärts ausgelegt und gehandhabt werden. Ferner gehört hierher die Anwendung von Haken und Stangen, die man gegen das Ufer oder auch wohl gegen die Sohle des Flussbettes stösst. In manchen Fällen erfordert dieses letzte Mittel eine übermässige und wahrhaft überraschende Kraft-Anstrengung und Geschicklichkeit der Schiffer. Der gegen das obere Ende der Stange ausgeübte Druck lässt sich aber auch unmittelbar auf das Schiff übertragen, so dass dieses sich mit seinem ganzen Gewichte darauf stützt, und indem die Stange oder in diesem Falle vielmehr der Baum seitwärts ausgesetzt war, nach der entgegengesetzten Seite abfällt und dadurch sehr schnell seine Richtung verändert. Ein solcher Baum heisst der Schurbaum: derselbe kommt unter den Preussischen Strömen wohl nur auf der Saar und Mosel vor. Seine Wirkung ist überaus kräftig, aber er stellt auch das Fahrzeug auf eine harte Probe und dasselbe leidet dabei übermässig. Sein Gebrauch beruht darauf, dass sein untres Ende schräge nach vorn und nah derjenigen Seite, von welcher man das Schiff abhalten will, auf

den Grund gesetzt wird. Das obere Ende muss dagegen mit dem Schiffe in eine feste Verbindung gebracht werden. Indem Letzteres sich in der Richtung der Fahrt fortbewegt, nähert sich die Richtung des Baumes der vertikalen Stellung, wodurch das Schiff auf dieser Seite etwas gehoben wird, und insofern der Baum alsdann nach Maassgabe seiner Einstellung seitwärts geneigt ist, so fällt er nach eben dieser Seite herab und drängt dabei das Schiff in gleicher Richtung fort. Bei kleinen Schiffen besteht die Vorrichtung zur Befestigung des Schurbaumes nur in einigen Pollern (Köpfen der Inhölzer), die über das Bord an jeder Seite herüberreichen. An diese Poller sind starke Taue gebunden. Das lose Ende eines solchen schlingt man etwa dreimal um den Schurbaum und umspannt mit der Hand möglichst fest die letzte Windung des Taues. Für grössere Schiffe ist diese Befestigungsart aber nicht genügend, es sind vielmehr an der äussern Schiffswand möglichst hoch sowohl vorn, als hinten und zwar an beiden Seiten Bohlen befestigt, worin abwärts gekehrte Zahnschnitte sich befinden. In einen der letztern schiebt man jedesmal den Kopf des Schurbaumes, nachdem dieser bereits ausgesetzt ist, und er hebt alsdann sehr sicher das Schiff, und drängt es zur Seite.

Ein anderes Mittel zur bessern Steuerung besteht darin, dass man den nöthigen Unterschied zwischen der Geschwindigkeit des Wassers und des Schiffes durch Zurückhalten des letzten hervorbringt. Dieses geschieht häufig bei Durchführung der Schiffe durch schmale Brückenöffnungen, indem ein leichter vierarmiger Anker oder ein sogenannter Dragger an das Hintertheil des Schiffes gehängt wird. Derselbe durchfurcht den Grund und verursacht soviel Widerstand, dass das Wasser dem Schiffe stark voraneilt, und der daraus entstehende Stoss oder Druck das Mittel zur schärfern Steurung bietet. Die Bewegung des Steuers muss in diesem Falle, indem die relative Bewegung des Schiffes negativ geworden ist, in entgegengesetztem Sinne erfolgen. Dieser Umstand giebt leicht zu Irrungen Veranlassung, und ausserdem verursacht der Dragger auch nach der Beschaffenheit und selbst nach der Tiefe des Grundes einen sehr verschiednen Widerstand woher dieses Manöver im Falle einer wirklichen Gefahr nicht die nöthige Sicherheit bietet. Alsdann wird vielmehr ein schwerer Anker auf das Ufer gesetzt, oder daselbst auf andre Art ein Tau

befestigt, welches hinreichend stark ist, um das Schiff zu halten. Das Tau selbst liegt im Schiffe und ist zweimal um einen Poller geschlungen, woher durch mässiges Anziehn des hintern Endes eine hinreichende Reibung entsteht, um die Kraft des Stromes zu überwinden. Ein einzelner Mann kann auf diese Art die Bewegung des Schiffes reguliren, und so lange er sie nicht gross werden lässt, kann er sie auch jeden Augenblick ganz unterbrechen und das Schiff zum Stillstande bringen. Es kommt indessen hierbei natürlich auch darauf an, das Schiff durch das enge und vielleicht sehr unregelmässige Fahrwasser sicher zu führen. Durch blosses Absetzen mit Stangen ist dieses gemeinhin nicht möglich, weil der Strom gerade an diesen Stellen besonders heftig zu sein pflegt. Die grosse relative Geschwindigkeit des Wassers gegen das Schiff bietet indessen das Mittel zu einer sehr genauen Steurung. Das Steuerruder würde in diesem Falle aber nur wenig nützen, wenn es sich an demjenigen Ende des Schiffes befände, welches dem Stosse des Wassers zugekehrt ist, auch würde seine Bewegung durch das Tau selbst, woran man das Schiff herablässt, gehindert werden. Es bleibt also nichts übrig, als das Schiff zu wenden und es gegen den Strom zu kehren, so dass es dieselbe Stellung annimmt, als wenn es in der Bergfahrt begriffen wäre. Das zweimalige Umdrehen des Schiffes, so wie das Ausbringen und Einholen des Ankers und Taues, welches in diesem Falle nothwendig wird, verursacht bei der schwachen Bemannung der zu Thal fahrenden Schiffe gewöhnlich einen Aufenthalt von mehreren Stunden, woher die Schiffer solche Stellen, wo dieses Manöver angewendet werden muss, als wirkliche Schiffahrts-Hindernisse zu bezeichnen pflegen. Diese Ansicht rechtfertigt sich auch dadurch, dass während der Zeit des langsamen Durchtreibens kein Begegnen stattfinden darf, und sonach eine Sperrung des Fahrwassers eintritt, die oft eine Stunde lang dauert.

In manchen Fällen und besonders wenn die Fahrten beschleunigt werden müssen, ist die Kraft des Stromes zur Bewegung des Schiffes nicht genügend. In denjenigen Strecken, wo das Gefälle und sonach die Geschwindigkeit sehr geringe ist, also in den Pfuhlen oder Wogen (§. 55) wiederholt sich dieser Uebelstand am häufigsten und er wird besonders stö-

rend, wenn der Wind gerade stromaufwärts gerichtet und zugleich sehr stark ist. Es kann alsdann leicht geschehn, dass das Schiff gar nicht weiter kommt, vielleicht sogar gegen den Strom getrieben wird, und jedenfalls steuert es unter diesen Umständen sehr schlecht. Man hilft sich alsdann durch Fortschieben mittelst Stangen oder es wird auch die Zugleine ans Ufer gebracht und Menschen oder selbst Pferde davor gespannt. Hierbei stellen sich indessen vielfache Hindernisse ein. Die Leine wird nämlich in einer Richtung gezogen, die dem gewöhnlichen Zuge entgegengesetzt ist, sie bleibt daher häufig hängen und selbst an solchem Weidengebüsche, welches bei der Bergfahrt gar nicht hinderlich ist, weil alle Zweige, die dem gewöhnlichen Leinenzuge entsprechende Richtung angenommen haben. Dieses Hängenbleiben wird noch durch den Umstand befördert, dass die Leine nur schwach gespannt ist und daher tiefer herabhängt, als bei der Bergfahrt, stellenweise aber der stärkere Strom das Schiff sogar schneller vortreibt, als die Menschen oder Pferde gehn. Endlich giebt es noch jedesmal eine sehr unangenehme Collision, wenn das abwärts gezogne Schiff einem Bergschiffe begegnet. Gewöhnlich muss in diesem Falle die Leine des ersten nicht nur abgelöst, sondern ganz eingeholt und demnächst wieder ausgebracht werden. Aus diesen Gründen werden nur in seltenen Fällen Leinpferde bei der Thalfahrt benutzt. Der Schiffer hilft sich vielmehr, soweit es geschehn kann, mit seiner eignen Mannschaft oder legt an das Ufer an und wartet das Nachlassen des hinderlichen Windes ab.

Endlich ist noch zu erwähnen, in welcher Art das in der Thalfahrt begriffene Schiff angehalten werden kann. Jedes Schiff, welches *an das Ufer gelegt* werden oder im Strome ankern soll, muss in solche Richtung gebracht werden, dass sein vorderes Ende dem Strome zugekehrt ist. Dieses ist nicht nur deshalb nothwendig, weil der Vordertheil am leichtesten das Wasser durchschneidet, und daher das Schiff in dieser Richtung am schwächsten stromabwärts gezogen und Anker und Taue am wenigsten angegriffen werden, sondern vorzugsweise geschieht es, weil die Bewegungen beim Anlegen und Abfahren nur in diesem Falle durch das Steuerruder gehörig unterstützt und regulirt werden können. Das in der Thalfahrt begriffene Schiff muss also, ehe es anlegt, gedreht werden. Dieses geschieht gemeinhin, in

dem es so gesteuert wird, dass seine Spitze in einen Theil des Strombettes tritt, wo die Strömung nur schwach ist, während der hintere Theil desselben im stärkern Strome bleibt. Letzterer wird von diesem abwärts getrieben und so erfolgt die Wendung von selbst, man befördert sie aber, soweit es nöthig ist, noch durch Aussetzen von Stangen, oder auch wohl durch Anwendung des Schurbaumes. Wenn das Schiff nicht schwer beladen und zugleich stark gebaut ist, pflegt man es auch wohl mit dem Vordertheile seitwärts auf Untiefen aufzusetzen oder es gegen das Ufer stossen zu lassen: in beiden Fällen dreht der Strom in der beabsichtigten Weise es sehr schnell, und dabei wird zugleich die fortschreitende Bewegung des Schiffes so gemässigt, dass der Anker geworfen, oder die Leine ans Land gebracht werden kann. Unter allen Umständen darf man aber nicht plötzlich die Bewegung des Schiffes unterbrechen wollen, wobei das Tau unfehlbar zerreissen würde. Man schlingt dieses vielmehr ein- oder zweimal um den Poller und lässt es so lange schwach auslaufen, bis das Schiff nach und nach zum Stillstande kommt. Alsdann erst wird das Fange- oder Ankertau vollständig befestigt.

Bei der Bergfahrt ist die Bewegung des Schiffes, so wie das Manöver zum Anlegen wesentlich verschieden. Das Segel wird häufiger benutzt, als bei der Thalfahrt, doch nur bei günstigem Winde und mässiger Strömung genügt es allein zur Ueberwindung der letztern und zum Forttreiben des Schiffes. Gemeinhin dient es nur zur Erleichterung des Zuges. Auf allen Strömen, wo kein bequemer Leinpfad für Pferde eingerichtet ist, ist die Bergfahrt sehr beschwerlich und kostbar. Man hilft sich alsdann, sobald der Wind nicht genügt oder gar nicht benutzt werden kann, durch Schieben mittelst Stangen, oder auch wohl durch einen Leinenzug, der aber nur stellenweise und zwar durch Menschen ausgeübt werden darf. Wie gross in diesen Fällen auch die Kraftäusserung der Menschen ist, indem sie sich übermässig neigen und oft ihren Körper nahe in horizontale Richtung bringen, so rückt das Schiff doch immer nur sehr langsam vor. Die Schiffe müssen aber, wenn sie durch Schieben bewegt werden sollen, an beiden Seiten mit Gangborden versehn sein, die nach vorn stark ansteigen. Die Leute, welche diese höchst anstrengende Arbeit ausführen, gehn Einer nach dem Andern auf den vordern

oder höchsten Theil des Gangbordes, setzen hier die Schiebstangen gegen die Sohle des Flussbettes, und wenn das Schiff soweit vorgerückt ist, dass die Stange eine starke Neigung angenommen hat, so lehnen sie die Schulter auf die Krücke am obern Ende derselben und drücken mit aller Kraft dagegen, indem sie langsam auf dem Gangborde bis zu dessen Ende weiter gehn. Die Neigung des Gangbordes bietet hierbei eine grosse Erleichterung und namentlich in sofern als die Arbeiter selbst sich stark niederbeugen müssen, um durch das Gewicht ihres Körpers den erforderlichen Druck hervorzubringen. Aus diesem Grunde erheben sich die vordern Enden der Schiffe, welche auf diese Art zu fahren pflegen, zu hohen und weit vortretenden Spitzen, oder den sogenannten Kaffen. Hierdurch wird aber das Passiren von Brücken erschwert, so wie auch die Schleusen, durch welche solche Schiffe gehn, eine übergrosse Länge haben müssen. Man richtet die Kaffen daher in neuerer Zeit häufig so ein, dass ihr äusserster Theil nur mittelst eines Charnieres befestigt ist und zurückgeklappt werden kann. Das beschriebene Manöver ist bei den Elb- und Oderkähnen das gewöhnliche, und die Geschwindigkeit, womit sie ohne Anwendung der Segel gegen den Strom fahren, beträgt, obgleich letzterer nur mässig ist, nicht leicht über einen Fuss in der Secunde, und ist stellenweise noch geringer, woher sie, wenn der Wind nicht günstig ist, an einem Tage nicht viel mehr als eine Meile zurücklegen.

Es ergiebt sich hieraus schon der ausserordentliche Nutzen, den gehörig eingerichtete Leinpfade dem Schiffahrtsbetriebe gewähren, indem die Kraft der Pferde viel wohlfeiler, als die der Menschen ist. Man muss freilich zugeben, dass der Leinenzug durch Pferde für die Uferbesitzer höchst lästig ist, und daher übermässige Schwierigkeiten und Entschädigungs-Forderungen gemacht werden, wenn man ihn an einem Strome einrichten will, wo er bisher nicht bestand. Nur in dem Falle, wenn grosse Seen den Stromlauf unterbrechen, verbietet sich von selbst die Anlage eines ununterbrochenen Leinenzuges, und wenn nicht Dampfböte die Schiffe stromauf- oder abwärts schleppen, sind sie vorzugsweise auf den Gebrauch der Segel gewiesen.

Ueber die Erfordernisse des Leinpfades und selbst der dazu gehörigen Anlagen wird im Folgenden ausführlicher die Rede

sein; hier sollen nur einige Bemerkungen über die Bergfahrt mit Benutzung des Leinenzuges mitgetheilt werden.

Die Zugleine wird am Maste befestigt und zwar in solcher Höhe, dass sie, soweit es geschehen kann, nicht auf dem Grunde schleppt, und wenigstens nicht die Sohle des Flussbettes berührt, da sie hier gar zu leicht hängen bleiben könnte. Man verkürzt deshalb die Leine auch jedesmal soweit, als irgend geschehn kann, sie muss aber so lang bleiben, dass der Zug nicht gar zu schräge ausgeübt wird, wodurch derselbe, wie bereits erwähnt, wegen der schrägen Stellung des Schiffes zu sehr erschwert werden würde. Sobald also das Fahrwasser sich vom Leinpfade entfernt oder gegen dessen Richtung stark divergirt, muss die Leine verlängert werden, sowie sie entgegengesetzten Falls sogleich verkürzt wird. Entfernt sich das Fahrwasser aber sehr weit vom Leinpfade, so taucht die Leine, obgleich sie möglichst hoch am Maste heraufgezogen ist, dennoch nicht nur in das Wasser, sondern vermöge ihres Gewichtes sinkt sie darin sogar tief herab und berührt wohl gar den Grund. In diesem Falle ist theils das Hängenbleiben der Leine sehr zu besorgen, theils aber entfernt schon der Druck des Wassers die Leine aus der geraden Richtung und dadurch wird der Zug, den das Schiff erfährt, noch stärker dem Ufer zugekehrt, woher es mehr abgewendet und folglich seine Bewegung aufs Neue erschwert werden muss. In solchem Falle verhindert man das tiefe Eintauchen der Leine dadurch, dass man in gewissen Entfernungen Kähne oder sogenannte Buchtnachen darunter legt. In jedem dieser Nachen muss ein Mann sich befinden, der die Leine hält und darauf achtet, dass sie möglichst gleichmässig unterstützt ist und nirgend hängen bleibt. Dieses Verfahren ist an manchen Stellen auf dem Rhein nothwendig, und man sieht daselbst bei kleinem Wasser, wobei der Uebelstand immer am grössten ist, drei und zuweilen noch mehr Buchtnachen neben einander unter der Leine fahren.

Die Führer der Leinpferde erkennen sehr wohl den grossen Vortheil, den die möglichste Uebereinstimmung der Richtung der Leine mit der des Schiffes gewährt. Sie bleiben daher keineswegs immer auf dem Leinpfade, sondern nähern sich immer, soweit es geschehn kann, dem Fahrwasser. Sie reiten auch, wo es nicht bestimmt verboten ist, über alle Alluvionen und Uferränder fort

und sogar häufig auf lange Strecken im Flusse selbst, und scheuen diesen Weg nicht, wenn auch stellenweise die Tiefe so bedeutend wird, dass die Pferde fast schwimmen. Die Pferde können aber, wenn sie tief im Wasser gehn, keinen starken Zug ausüben, und dieses geschieht auch zuweilen auf dem eigentlichen Leinpfade, wenn derselbe nahe rechtwinklig gegen die Leine gerichtet ist. In solchem Falle würden die Pferde unfehlbar durch den Zug der Leine stromaufwärts gerissen werden, wie dieses in der That auch zuweilen geschieht. Man vermeidet die Gefahr dadurch, dass man nicht die sämmtlichen Pferde an dieselbe Leine spannt, sondern sie in zwei auch wohl drei Gruppen hinter einander gehen lässt, deren jede eine besondere Zugleine hat. Alsdann kommt es nur darauf an, das eine Gespann kräftig anzutreiben, während das andre nicht anziehen darf.

Bei sehr gekrümmten Fahrwassern wird es zuweilen auch nöthig, eine besondere Zugleine oder die sogenannte Hülfsleine an das hintere Ende des Fahrzeuges zu befestigen, um ein starkes Abtreiben desselben zu verhindern. Solche Hülfsleinen werden gewöhnlich nur von Menschen gezogen, wiewohl zuweilen auch Pferde davor gespannt werden. Wenn der Strom indessen regulirt ist, kommen Fälle dieser Art nicht vor, und überhaupt findet der Leinenzug durch Beseitigung der scharfen Krümmungen im Fahrwasser eine ausserordentliche Erleichterung. Während des Baues selbst und unmittelbar nachher, besonders wenn vor dem Leinpfadsufer lange Buhnen in den Strom gebaut werden, entstehn freilich häufig manche Schwierigkeiten für den Leinenzug, und die Schiffer pflegen hierüber besonders stark zu klagen. Bei der bald eintretenden Verlandung zwischen den Buhnen kann man indessen nach wenig Jahren den Leinpfad weiter vorlegen und dadurch dem Bedürfnisse der Schiffahrt aufs vollständigste genügen. Während der Uebergangs-Periode selbst lässt sich eben so wenig, wie während des Umbaues einer Strasse die möglichste Beqemlichkeit erreichen, und gemeinhin wird die Klage auch nur deshalb erhoben, weil die Schiffer meinen, man habe einen dauernden Uebelstand eingeführt. Wenn hierbei die Frage entsteht, wieweit man das neue Fahrwasser von dem bestehenden Leinpfade entfernen darf, ohne reellen Grund zur Beschwerde zu geben; so wird im Allgemeinen derjenige Abstand noch als

ssig angesehen werden dürfen, der auf andern Strecken des- n Stromes sich vorfindet, und wenn in der neu verbauten e der Strom oder vielleicht auch der herrschende Wind die Te besonders stark gegen das Ufer, also an die Buhnenköpfe t, so muss man durch Einrichtung eines Hülfsleinpfades **auf gegenüber liegenden Ufer** die Fahrten so lange zu chtern suchen, bis der Hauptleinpfad näher an das Fahrwas- gelegt werden kann. Es muss indessen bei jeder Stromre- ung als Hauptregel angesehn werden, das Fahrwasser, so- es irgend geschehn kann, an das Leinpfadsufer zu bringen die Einengung an der entgegengesetzten Seite vorzunehmen.

Das Schiff, welches vor der Leine fährt, steuert im Allge- en sehr scharf, weil die relative Geschwindigkeit gegen das sser gleich der Summe beider Geschwindigkeiten, und daher gross ist, auch kann es wegen seiner mässigen Bewegung, immer sogleich durch den Stoss des Wassers aufgehoben wird, all angehalten werden. Nichts desto weniger erfordert den- die **Führung des Ruders** auch bei der Bergfahrt eine se Aufmerksamkeit und Vorsicht, namentlich wenn die Leine k von der Richtung der Axe des Schiffes abweicht. Vergrös- man den Winkel zwischen beiden mehr als nothwendig ist, n man das Ruder zu weit überlegt, so fängt das Schiff so- ch an **überzuscheeren** oder zu **gieren**, und nimmt da- von selbst eine noch mehr abweichende Richtung an. Der s des Wassers wird alsdann plötzlich stark vergrössert, und die Leine das Schiff an dem Maste fasst, so legt sich ein neres Schiff leicht so weit über, dass es Wasser schöpft, rend ein grösseres, das mehr Stabilität hat, die Leinpferde Ufer reisst. Beides geschieht nicht selten auf unsern schiff- n Strömen, und man begegnet der Gefahr im ersten Falle einhin dadurch, dass man die Zugleine sogleich abschneidet sie augenblicklich löst, doch ist letzteres nur möglich, wenn auf besondere Weise befestigt war.

In neuerer Zeit finden die **Dampfschiffe** auf den Strömen er mehr und mehr Eingang. Sowohl bei der Berg-, als bei Thalfahrt ist ihre Geschwindigkeit nicht auf diejenige der elschiffe beschränkt, sondern oft bedeutend grösser. Sie wer- daher vorzugsweise zu schnellen Fahrten, also hauptsächlich

für den Personen-Verkehr benutzt. Sie gewähren ausserdem noch den Vorzug, dass sie auch bei höherm Wasserstande, wenn die Leinpfade bereits überströmt werden, noch fahren können und wegen der grossen Geschwindigkeit, mit der sie sich gegen das Wasser bewegen, sind sie immer scharf zu steuern. Ueberdies sind sie vom Leinpfade unabhängig und können daher jedes Fahrwasser verfolgen, wenn dasselbe sich auch weit von jenem entfernt oder in seiner Richtung stark divergirt. Alle diese Umstände machen es möglich, durch Dampfschiffe einen so sichern und vom Zufalle unabhängigen Verkehr auf den Strömen darzustellen, wie dieses mit Segelschiffen nicht möglich ist. Die Anlage- und Betriebskosten sind freilich für sie viel bedeutender, doch werden diese gemeinhin durch einen lebhaften Personen-Verkehr reichlich gedeckt. Für den Güterverkehr ist der Vorzug der Dampfschiffe auf Strömen weniger augenfällig: das Dampfschiff selbst kann gemeinhin keine grosse Lasten aufnehmen, weil es schon durch die Maschine und den erforderlichen Kohlenbedarf beinahe bis zur grössten zulässigen Einsenkung belastet wird und die Ruderräder nur bei einer bestimmten Einsenkung vortheilhaft wirken. Das Dampfschiff schleppt daher gewöhnlich andre Lastschiffe hinter sich her. Es scheint, dass selbst auf solchen Strömen, wo die Kohle wohlfeil ist, dennoch die Segelschiffe, bei einem gehörig eingerichteten Leinenzuge, schwere Frachten wohlfeiler transportiren, als die Dampfschiffe. Der Leinpfad wird aber bei höhern Wasserständen unpракticabel, und es entstehn in diesem Falle leicht sehr lange Verzögerungen, die wieder die Transportkosten vergrössern, so wie überhaupt die Bergfahrten der Segelschiffe immer sehr langsam von statten gehn. Aus diesem Grunde treten die Dampfschleppschiffe häufig in Concurrenz mit den Segelschiffen, besonders wenn bei grösserer Ausdehnung eines solchen Unternehmens die Spedition damit verbunden wird und die Schleppschiffe eben so wie die Dampfschiffe Eigenthum der Gesellschaft sind. Es muss hier noch erwähnt werden, dass die Dampfschiffe mit gewöhnlichen Ruder-Rädern einen höchst nachtheiligen Einfluss auf die Ufer ausüben.

Für die meisten Ströme sind gewisse polizeiliche Vorschriften erlassen, um ein Zusammenstossen der sich begegnenden oder sich vorbeifahrenden Schiffe zu verhindern. Zum

dieselben willkührlich, aber andern Theils sind sie
undsatze basirt, dass dasjenige Schiff, welches am
und sichersten steuert und am leichtesten angehalten
n, dem andern ausweichen muss. Das Holzfloss
sten lenksam: das Segelschiff, welches zu Thal fährt,
ben am nächsten: dann folgt das Segelschiff, welches
rt, und am leichtesten ist das Dampfschiff zu regieren.
uss daher jedem andern aus dem Wege fahren. Das
auf der Bergfahrt kann sich ausserdem nicht vom
ntfernen. Es kommt freilich vor, dass Dampfschiffe
er die Leine fortfahren, und dieses lässt sich auch
indem das gegen den Strom gezogene Schiff, wenn
tzlich aufhört und die Pferde angehalten werden, nicht
Geschwindigkeit des Stromes annimmt, sondern nach
des Momentes der Trägheit und der Stärke des Was-
ngere oder kürzere Zeit hindurch, aber wenigstens doch
albe Minute lang, still liegen bleibt, und dieser Zwi-
st gross genug, um das andre Schiff passiren zu lassen.
weniger erfordert dieses Manöver eine grosse Präcision
em guten Willen von beiden Seiten, woher es jedenfalls
angesehn und möglichst vermieden werden muss.
chst sind gewöhnlich gewisse Signale, und zwar
für den Tag, als für die Nacht vorgeschrieben, wo-
nur die Annäherung eines Schiffes, sondern auch des-
nd Betriebsart bezeichnet wird. Bei hellem Wetter
den Stromstrecken sind solche Signale beinahe ganz
aber um so nothwendiger werden sie in starken Strom-
und bei trüber Luft oder in der Dunkelheit. In
wassern, worin zwei Schiffe sich nicht begegnen kön-
eines warten, bis das andere hindurch ist, und wenn
tig ankommen, geht das Thalschiff zuerst hindurch.
Ufern kann man häufig solche Fahrwasser nicht voll-
sehn, woher das Signal auf dem Schiffe selbst zweck-
lsdann bleibt nur übrig, sogenannte Wahrschauen
auf dem Lande einzurichten, die von besonders an-
Wärtern gehandhabt werden.
d der Nacht und eben so bei starkem Nebel ist
rtsbetrieb gemeinhin ganz verboten. Eine Ausnahme

davon machen nur die Dampfschiffe, und zum Theil die
schiffe, welche bei einbrechender Dunkelheit die Reise no
zum nächsten Anlegeplatze fortsetzen. Beide müssen alsdan
Signale führen, welche zugleich die Art ihrer Bewegung be
nen. Dasselbe ist auch nothwendig, wenn Schiffe an eine
gewöhnlichen Landeplatze oder im Strome selbst still liege

Das Dampfschiff wird gemeinhin nur durch starken N
an der Fortsetzung der Fahrt gehindert, während es bei kü
Tagen einen grossen Theil der Nacht unterwegs ist und
selten besondere Nachtfahrten macht. Es muss alsdann S
führen, die es nicht nur als Dampfschiff bezeichnen, sonder
gleich erkennen lassen, ob es still liegt, oder zu Berg o
Thal fährt.

Endlich sind gewöhnlich noch besondere Signale vorge
ben, wodurch ein Schiffer dem andern seine Absicht zu erk
geben soll, dass er ihm vorbeifahren, oder ihn vorbeilasse
oder dass er beim Begegnen auf derjenigen Seite bleiben
wo er nach den Vorschriften nicht bleiben sollte. Bei
Willen beider Schiffer erkennt der Eine eben so leicht w
Andre, auch wenn keine Signale dieser Art gegeben werde
Verhältnisse: wenn dagegen der gute Wille fehlt, wird du
Signale eine Collision nicht verhütet. Es wird daher durch
Vorschriften in der Regel wenig gewonnen. Bei den
Collisionen und gegenseitigen Beschädigungen, die vork
ergeben auch die gerichtlichen Untersuchungen, dass n
Mangel an Aufmerksamkeit oder an gutem Willen die
Veranlassung des Unglücks war. Zuweilen werden ab
Signale auch falsch verstanden oder falsch gegeben, und
ist immer um so mehr zu besorgen, je complicirter und zahl
sie vorgeschrieben sind.

Nachdem die verschiedenen baulichen Anlagen und so
Maassregeln zur Beförderung der Binnenschiffahrt bezeichn
darf es nicht unerwähnt bleiben, dass der entgegengesetzte
nämlich die absichtliche Sperrung eines von
schiffbaren Stromes gleichfalls und zwar sehr leicht e
werden kann. Man sollte wohl meinen, dass eine solche A
welche den ersten Grundsätzen einer aufgeklärten und a
genseitigen Vortheil gegründeten Staats-Oekonomie wider

heutiges Tages selbst auf der Grenze der verschiedensten Völkerstämme nicht anders, als etwa in Kriegszeiten sich Geltung verschaffen könnte. Fälle dieser Art gehören ohne Zweifel zu den grössten Seltenheiten: soviel bekannt giebt es nach dem langen Frieden in Europa nur noch ein einziges Beispiel dafür, dieses besteht aber — mitten in Deutschland — nämlich bei Hannöverisch-Münden. Schon im Jahre 1796 sagte Büsch, nachdem er die künstliche Sperrung der Werra und Fulda beschrieben.*)

> „Dieser Fall ist als ein Beispiel von einem Hinderniss „merkwürdig, das die Kunst selbst der Schiffahrt in den „Weg gelegt hat, um eine Stadt in den Besitz ihrer ab„sonderlichen Vortheile zu erhalten, wenn sonst die Hydro„technik die edleren Zwecke des allgemeinen Nutzens zu „erfüllen angewandt wird.“

Diese künstlichen Schiffahrts-Hindernisse bestehen aber heute noch: die Sperrung ist sogar in den letzten zehn Jahren weiter ausgedehnt als früher. Sonst durften nämlich die mit Mühlsteinen beladenen Schiffe, um das mühsame Umladen zu vermeiden, aus der Werra in die Weser fahren, was jetzt nicht mehr geschehn darf.

§. 96.

Ueberwindung starker Gefälle.

Der Mangel an hinreichender Tiefe des Fahrwassers muss, wie bereits erwähnt, als das wesentlichste Hinderniss einer geregelten Schiffahrt angesehn werden, demnächst sind aber starke Stromschnellen oder Wasserfälle, auch Cataracten genannt, gleichfalls so hinderlich, dass sie die Schiffahrt in vielen Fällen sehr erschweren und zuweilen sogar vollständig unterbrechen. Beide Arten von Schiffahrts-Hindernissen stehn, wie bereits erwähnt, häufig in naher Beziehung zu einander, denn die grosse Geschwindigkeit des Stromes und die geringe Tiefe des Fahrwassers sind gegenseitige Ursache und Wirkung. Die Beschränkung des Profiles in Folge der geringen Tiefe bedingt die Verstärkung des Stromes und umgekehrt kann der starke Strom,

*) Praktische Darstellung der Bauwissenschaft. Dritter Band. Hamburg 1796. Seite 160.

wenn er durch das ursprünglich vorhandene grosse Gefälle veranlasst wird, nur ein kleines Profil füllen und hat sonach die geringe Wassertiefe zur Folge.

Hiernach kann man beide Hindernisse, so oft sie zusammen eintreten, und man nicht etwa von den oben angegebenen Methoden der eigentlichen Strom-Regulirung (§. 73) Gebrauch machen will, durch eine künstliche Stau-Anlage gleichzeitig entfernen. Ein Wehr, welches unterhalb der Stromschnelle erbaut wird, hebt nicht nur die heftige Strömung darin auf, sondern staut auch das Wasser so hoch an, dass die hinreichende Fahrtiefe sich über dem Strombette oder auch über einzelnen Felsbänken bildet, welche dieses durchsetzen. Man beseitigt indessen auf diese Art noch keineswegs das starke Gefälle, sondern concentrirt es vielmehr auf eine sehr kurze Strecke, nämlich auf das Wehr selbst. Der Uebergang der Schiffe über ein Wehr ist aber nur selten, und zwar mit Gefahr und grosser Beschwerde auszuführen, gemeinhin müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die Schiffahrt neben den Wehren nicht zu unterbrechen.

Das sicherste und bequemste Mittel, um das Schiff aus einem höhern auf einen niedrigern Wasserspiegel zu senken, oder umgekehrt aus diesem auf jenen zu heben, bietet die Kammerschleuse. Dieselbe ist ein so wichtiger Bau, dass davon nur in einem besondern Abschnitte die Rede sein kann. Hier wird es genügen, das Wesentliche ihrer Einrichtung mit wenig Worten anzudeuten und die Bedingungen zu entwickeln, welche bei einer Schleusen-Anlage im Strome, oder neben demselben zu berücksichtigen sind.

Die Kammerschleuse bildet, wie schon der Name besagt, eine Kammer, oder ein Bassin, das eben sowohl gegen das Oberwasser, wie gegen das Unterwasser abgeschlossen, und andrerseits auch wieder mit dem einen oder dem andern in Verbindung gesetzt werden kann. Die Kammer ist so gross, dass sie ein Schiff, zuweilen auch mehrere zugleich fasst, und ihre Zugänge zum Ober- und Unterwasser sind weit genug, um die Schiffe hindurchzulassen. Das Gefälle des Wehrs oder des natürlichen Wassersturzes stellt sich an der Schleuse gleichfalls dar, und es concentrirt sich an derjenigen Mündung derselben, die geschlossen ist. Man kann aber, wie erwähnt, beliebig die eine oder die

andre schliessen, und sonach in der Kammer auch beliebig den Ober- und Unterwasserspiegel darstellen. Wenn ein Schiff stromauf- oder abwärts fährt und an die Schleuse kommt, so wird der Wasserspiegel in der Kammer auf die Höhe desjenigen Wasserspiegels gebracht, worauf das Schiff schwimmt. Hierauf öffnet man die dem Schiffe zugekehrte Mündung der Schleuse und das Schiff tritt in dieselbe hinein. Während dieser Zeit bleibt die Stauwand in der andern Mündung der Schleuse in voller Wirksamkeit und bildet die Grenze zwischen Ober- und Unterwasser. Sobald das Schiff in der Kammer ist, wird das Gefälle durch langsames Zu- oder Ablassen des Wassers auf diejenige Mündung übertragen, durch welche das Schiff hineingefahren war, und wenn die Verlegung des Staues vollständig geschehn ist, so steht das Wasser in der Kammer eben so hoch, als das Wasser im Strome an derjenigen Seite des Wehrs, wohin das Schiff gerichtet ist. Letzteres kann also jetzt ungehindert seinen Weg weiter fortsetzen. Während es in der Kammer lag, wurde es durch das langsame Ein- oder Auslassen des Wassers um die ganze Niveau-Differenz zwischen Ober- und Unterwasser gehoben oder gesenkt.

Bei Anlage von Kammerschleusen neben dem Strome sind manche Umstände zu berücksichtigen. Vor allen Dingen muss man dafür sorgen, dass die Schleuse nicht selbst ein Schiffahrtshinderniss werde. Dieses ist leider! nicht selten der Fall und der Uebelstand ist um so grösser, wenn die Schleuse massiv und im Uebrigen tüchtig ausgeführt ist, weil man sich alsdann um so schwerer zu einem Umbau entschliesst. Die Schleuse kann aber auf verschiedene Art die Schiffahrt hemmen. Am nachtheiligsten ist sie, wenn sie zu enge, oder in der Kammer zu kurz ist, weil sie alsdann bei allen Wasserständen den Durchgang grösserer Schiffe unmöglich macht, und der Betrieb auf die Benutzung kleiner Fahrzeuge beschränkt bleiben muss. Andrerseits sind Schleusen auch häufig in sofern sehr hinderlich, als ihr Boden zu hoch liegt, und sonach die Schiffe zur Zeit des kleinen Wassers sie nicht passiren können. Dieser Uebelstand zeigt sich besonders in den stromabwärts gekehrten Mündungen der Schleusen oder auf den Unterdrempeln. In den obern Mündungen ist der Mangel an Wassertiefe viel seltener, und eine Abnahme

der letzteren kann hier auch nur in dem Falle eintreten, der Stau des Wehres vermindert wird, was nicht leicht gesc Im Gegentheil pflegen die Wehre, wie die Erfahrung lehrt, und nach immer mehr erhöht zu werden.

Im Unterwasser tritt dagegen im Laufe der Zeit häufig eine auffallende und höchst nachtheilige Senkung In seltenen Fällen wird die Senkung des Wasserstandes vie durch die Abnahme der Zuflüsse während der trockenen Jahr herbeigeführt, indem die atmosphärischen Niederschläge b zunehmenden Cultur des Bodens weit schneller dem Strom fliessen, als es sonst geschah, wo das Wasser in ausged Sümpfen und im Schutze des Laubes der Waldungen lan hindurch zurückgehalten wurde und nachhaltig reiche Q speiste. Am häufigsten erfolgt die Senkung aber ohne Z aus einem andern Grunde, nämlich in Folge der Reguli des Stromes. Jede Untiefe ist zur Zeit des kleinen W nichts Andres, als ein natürliches Wehr: sobald man sie beseitigt, ohne zugleich für eine angemessene, und zwar sehr Beschränkung der Breite des Profiles zu sorgen, so hört d here Stau auf und der Wasserspiegel senkt sich. Ge nimmt man bei den Strom-Correctionen auf diese Vermin des Wasserstandes nicht Rücksicht, woher er in den meisten die Pegel oberhalb der regulirten Strecken geringere Höh früher, angeben (§. 57). Wenn eine solche Aenderung auc nicht als wesentlich nachtheilig angesehn werden kann, doch ihr Einfluss auf eine oberhalb belegene Schleuse schädlich, indem diese vergleichungsweise zum niedrigsten serstande eine höhere Lage, als früher erhält, und sich sehr über das Unterwasser erhebt, dass während der Da kleinen Wasserstandes kein beladenes Schiff durch die S fahren kann, und diese sonach selbst ein unüberwindliches fahrts-Hinderniss wird. Wenn daher eine Schleuse neu an oder umgebaut werden soll; so muss man die unterhalb b Stromstrecke, soweit sie von Einfluss sein kann, sorgf Bezug auf den Effect der darin möglichen Correctionen u chen. Vor Allem ist dabei ein genaues Nivellement zur Z kleinen Wassers nothwendig. Man vergleicht das gefund solute Gefälle mit demjenigen, welches sich herausstellen

wenn das relative Gefälle überall nicht grösser wäre, als in den bereits corrigirten oder in denjenigen Strecken, die keiner Correction bedürfen. Diese Untersuchung ergiebt also, wie tief der Wasserspiegel sinken kann, wenn später die Regulirung des Stromes vollständig ausgeführt wird, und bei dem bevorstehenden Bau muss man die Schleuse so tief legen, dass die Schiffe unter dieser Voraussetzung noch über den Drempel fortgehn können. Es leidet keinen Zweifel, dass der Bau hierdurch sehr vertheuert wird, indem die Kosten, namentlich in Bezug auf die Wasserwältigung und die Fundirung in grösserer Tiefe ausserordentlich zunehmen. Andrerseits würde aber der Bau noch viel kostbarer werden, wenn man nach kurzer Zwischenzeit die Schleuse, während sie sonst in gutem Zustande sich befindet, abbrechen und ganz neu in der gehörigen Tiefe ausführen müsste. Hiernach und zugleich mit Rücksicht auf die unvermeidliche Unterbrechung der Schiffahrt während des Baues ist es weit angemessener, gleich Anfangs das grössere Opfer zu bringen und sich dadurch vor spätern Zufälligkeiten zu sichern. Es muss hierbei auch noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass häufig diejenige Schleuse, welche man umbaut, bisher das grösste Schiffahrtshinderniss im ganzen Strome war. Durch Entfernung desselben wird sonach augenblicklich ein vortheilhafterer Schiffahrtsbetrieb möglich, der sogleich neue Wünsche hervorruft und Veranlassung zu Strom-Correctionen giebt, die früher nicht nöthig gewesen waren, und an welche man vielleicht gar nicht gedacht hatte. Man muss daher bei jeder Verbesserung dieser Art schon darauf Rücksicht nehmen, dass eben dadurch auch das Bedürfniss gesteigert wird und jeder Fortschritt Veranlassung zu neuen Verbesserungen ist, bis endlich die natürliche Beschaffenheit des Stromes allen ferneren Anforderungen eine Grenze setzt.

Bei jeder Reparatur oder jedem Umbau der Schleuse pflegt die Schiffahrt gesperrt zu werden. Bei Kanälen ist dieser Umstand in vielen Fällen wenig erheblich, insofern schon aus andern Gründen zeitweise Unterbrechungen des Verkehrs eintreten müssen. Auf Strömen geschieht dieses aber nicht anders, als zur Zeit der höchsten Wasserstände, und während des Frostes, wobei die Reparaturen von Schleusen nicht ausführbar sind. Hiernach ist es gewiss zweckmässig, gleich durch Anlage zweier

Schleusen der Unterbrechung des Verkehrs zu begegnen. Während die eine in Stand gesetzt, oder umgebaut wird, passiren die Schiffe die andre. Wenn man aber diese Maassregel wegen der sehr bedeutenden Mehrkosten nicht ergreifen kann, so ist es doch wenigstens dringend nöthig, die **Baustelle** für die zweite Schleuse sogleich bei Anlage der ersten vorzubehalten. Eine Unterbrechung der Schiffahrt während der Reparaturen, wird hierdurch freilich nicht vorgebeugt, sobald aber ein Umbau nöthig wird, können die Schiffe in diesem Falle ohne Hinderung die alte Schleuse noch passiren, während die neue schon erbaut wird. Diese Vorsicht ist um so wichtiger, je mehr die Umgebungen der Schleuse bebaut sind. Der höhere Werth des Terrains giebt freilich oft Veranlassung, den grossen augenblicklichen Vortheil zu berücksichtigen und dadurch entweder die Gelegenheit zum Ankauf des Terrains zu versäumen, oder wenn man dasselbe besitzt, es für hohe Preise sogar wieder zu verkaufen. Man muss sich aber alsdann darauf gefasst machen, in späterer Zeit viel grössere Opfer wieder zu bringen, um den Neubau, sobald derselbe nöthig wird, ausführen zu können. Ist das Terrain inzwischen bebaut worden, so ist der Rückkauf mit übermässigen Kosten verbunden, und oft ganz unmöglich. In grossen Städten kann es sich ereignen, dass sogar der Umbau der Schleuse an derselben Stelle, also selbst unter der Bedingung einer jahrelangen Unterbrechung der Schiffahrt, dennoch nicht ausführbar ist, weil die Strassen und Anlegeplätze in der Nähe zu beschränkt sind, als dass ein Ueberladen stattfinden könnte.

Im **Strombette** selbst kann die Schleuse nicht füglich liegen, weil sie zu sehr dem Angriffe des Stromes und Eises ausgesetzt wäre. Ausserdem aber würde sie hier auch insofern eine unpassende Lage haben, als die in der Thalfahrt begriffenen Schiffe, sobald ein bedeutender Strom über das Wehr stürzt, leicht durch diesen gefasst und gleichfalls auf das Wehr getrieben werden könnten. Aus dem letzten Grunde ist die von Gauthey vorgeschlagene Anordnung durchaus unangemessen, wonach die Schleuse quer gegen den Strom gelegt werden soll, so dass ihre Axe mit dem Wehrrücken in eine Linie trifft. Gauthey findet es dabei sehr vortheilhaft, dass die beiden Eingänge zur Schleuse an einer Seite angebracht werden können, und dennoch einer

Oberwasser, der andre aber ins Unterwasser führt. Die Schwierigkeit, ein Schiff dicht vor und dicht hinter dem Wehre quer gegen den Strom zu legen, scheint dem berühmten Erbauer des Canal du Centre ganz entgangen zu sein.

Beinahe jedesmal befindet sich die Schleuse in einem Kanale zur Seite des Stromes. Dieser Kanal liegt am passendsten auf derselben Seite, wo der Leinpfad ist, weil man sonst oberhalb und unterhalb des Wehres die Schiffe quer über den Strom führen müsste, was sehr beschwerlich ist, und oft gefährlich werden kann. Zuweilen liegt der Schleusen-Kanal in der Sehne einer Serpentine und in diesem Falle hebt die Schleuse nicht selten nur das natürliche Gefälle des Stromes in der Krümmung auf, ohne dass eine künstliche Stau-Anlage darin vorkommt. Ein Beispiel dafür ist der theilweise unterirdisch geführte Kanal St. Maur in der Marne oberhalb Paris. In diesem Falle ist die Länge des Schleusen-Kanales gegeben, sonst aber kann man diese, so wie auch die Lage der Schleuse selbst und die ganze Anordnung in verschiedener Weise bestimmen. Hierbei sind indessen manche Umstände zu berücksichtigen, die wesentlichen Einfluss auf die Anlage- und Unterhaltungskosten, so wie auf die Bequemlichkeit und Sicherheit der Schiffahrt haben.

Es darf kaum erwähnt werden, dass man aus Rücksicht auf Kosten-Ersparung den Kanal in möglichst geringer Länge darstellen wird, seine beiden Mündungen müssen aber jedenfalls weit genug vom Wehre entfernt sein, um bei höhern Wasserständen, wenn ein starker Strom über dieses stürzt, die Schiffe keiner Gefahr auszusetzen. Gebirgsströme, die viel Material und zwar groben Kies mit sich führen, pflegen solchen in grossen Bänken unterhalb des Wehrs abzulagern, so dass daselbst bei kleinem Wasser die hinreichende Fahrtiefe nicht leicht erhalten werden kann. Es ist vortheilhaft, solche Stellen durch den Schleusen-Kanal zu umgehn und diesen so weit zu führen, bis der Strom wieder zwischen regelmässigen Ufern fliesst. Eine andre Rücksicht, die man bei Bestimmung der Lage des Schleusen-Kanales zu nehmen hat, die sonach auch seine Länge bedingt, bezieht sich auf die Weite des Fluthprofiles. Der Kanal selbst darf nämlich vom Hochwasser nicht durchströmt werden, weil er dadurch zu sehr beschädigt werden würde. Der Ueberstury des

Hochwassers über die Schleuse würde auch diese in Gefahr bringen und wenigstens starke Versandungen zur Folge haben. Dasselbe müsste man aber auch befürchten, wenn unterhalb der Schleuse ein starker Strom über das Ufer in das weit geöffnete Profil des Kanales träte. Hiernach ist es nothwendig, den ganzen Schleusen-Kanal dem Fluthprofile zu entziehn, und eine nähere Beurtheilung der Verhältnisse muss ergeben, in welchem Maasse dieses geschehen darf. Nichts desto weniger werden viele Schleusen-Kanäle vom Hochwasser durchströmt und oftmals kann dieses in Folge der natürlichen Beschaffenheit des Stromthales auch nicht vermieden werden.

Die Schleuse legt man gern möglichst nahe an das untere Ende des Kanales, weil derjenige Theil des letztern, der oberhalb der Schleuse liegt, noch mit Oberwasser gefüllt wird, und sonach weit weniger tief, als der Unter-Kanal, ausgegraben werden darf. Dieser Anordnung treten indessen oft andre sehr wichtige Rücksichten entgegen. Durch den höhern Wasserstand kann nämlich der Abfluss von Bächen gestört, auch wohl gar eine Inundation der nächst gelegenen Ländereien veranlasst werden. Wenn Letzteres auch durch Eindeichungen vermieden werden kann, so wird dadurch die Ausdehnung des zur ganzen Anlage erforderlichen Terrains noch mehr vergrössert, und bei grosser Höhe der Deiche können auch die Quellungen so bedeutend werden, dass man dennoch die Entschädigungs-Ansprüche nicht umgeht. In manchen Fällen ist man sogar gezwungen, aus demselben Grunde ausser der eigentlichen Schiffsschleuse noch eine besondere Stau-Vorrichtung zum Abhalten des Hochwassers in der Mündung des Schleusen-Kanales zu erbauen. Endlich ist die Wahl der Schleusenbaustelle häufig durch die Beschaffenheit des Grundes und andre lokale Rücksichten so bestimmt vorgezeichnet, dass man gezwungen ist, den Ober-Kanal abzukürzen und dem Unter-Kanale eine grössere Ausdehnung zu geben.

Der Ober-Kanal muss jedesmal eine bedeutende Breite erhalten, damit die Schiffe, welche oberhalb der Schleuse warten, hier sicher liegen können, ohne den heraufkommenden Schiffen den Weg zu sperren. Ausserdem ist aber eine ansehnliche Profilweite dieses Kanales auch insofern nothwendig, als er die Schleuse speisen muss, und das Wasser in ihm beim Oeffnen der

itze weder stark gesenkt, noch auch in heftige Strömung ver- werden darf. Das Oberwasser fällt gemeinhin dicht oberhalb Schleuse beim Oeffnen der Schütze um einige Zolle, zuweilen noch tiefer und wohl um einen ganzen Fuss. In dem ältern lich schmalen und sehr langen Schleusen-Kanale bei Mühl- an der Ruhr geschah dieses so stark, dass die Schiffe bei em Wasser alsdann nicht mehr schwammen, sondern auf dem de lagen.

Im Unter-Kanale verursacht das Oeffnen der Schütze ganz entgegengesetzte Wirkung: das Wasser sinkt daselbst lich nicht, sondern steigt, was ohne Nachtheil ist. Dabei eht indessen eine Strömung, die um so stärker wird, je enger Kanal ist. Auch kann es für den Schiffsverkehr nachtheilig den, wenn die nöthige Breite zum Ausweichen zweier Schiffe nicht vorhanden ist. Wenigstens in der Nähe der Schleuse s hinlänglicher Raum bleiben, damit die in der Bergfahrt be- enen Schiffe den Eintritt in die Schleuse abwarten können, e den herabkommenden hinderlich zu werden. Es giebt in- sen einen andern Grund, der die Annahme einer überflüssigen ite, falls dieselbe auch leicht darzustellen wäre, für den Unter- nal verbietet. Beide Mündungen des Schleusen-Kanales sind mlich, insofern sie zu Bassins von stehendem Wasser führen, Verflachung ausgesetzt, sie nehmen daher, wie jede andre cht zur Seite des Stromes, in welche derselbe nicht hineindringt, en Sand und Kies auf, der von dem vorbeifliessenden Wasser eingetrieben wird. Ausserdem setzen sich beide Kanäle in er ganzen Länge bei allen Veränderungen des Wasserstandes dem Ober- und Unterwasser ins Niveau. Bei jeder Anschwel- g tritt daher trübes Wasser in sie hinein, welches, nachdem Kanäle gefüllt sind, zur Ruhe kommt, und alle erdigen Theil- n darin absetzt, so dass es beim spätern Sinken des Wasser- ndes im Strome vollkommen klar abfliesst.

Beide Ursachen der Verflachung kommen zwar eben sowohl Ober-Kanal, wie im Unter-Kanale vor: ihre Wirkungen d aber nicht gleich gross, sondern im letzten viel bedeutender. Oberwasser ist nämlich die Strömung wegen der Anstauung ch das Wehr nur mässig, daher wird weniger Material in die re Mündung dieses Kanales hineingeworfen. Andrerseits ist

der Wechsel des Wasserstandes oberhalb des Wehres auch geringer, als unterhalb desselben, daher füllt sich der Ober nal bei jeder Anschwellung in geringerm Maasse, als der U Kanal. Die Erfahrung bestätigt dieses vollständig. Die V chungen im Unter-Kanale sind allgemein viel bedeutender, namentlich sind sie in der Mündung selbst so gross, dass hier sehr häufig und bei manchen Anlagen sogar nach j Hochwasser Aufräumungen vornehmen muss. Besonders dieses statt, wenn die Unter-Kanäle sehr lang und breit auch wohl das Hochwasser von der Seite in sie hinei Manche Baumeister empfehlen daher, die Mündungen der U Kanäle so schmal zu halten, dass nur eben ein Schiff hind gehn kann; auch öffnet man zuweilen während des höhern sers die Schütze in den Schleusenthoren, um einen starken hervorzubringen, der die Mündung wieder vertieft. Dieses erscheint indessen insofern bedenklich, als dadurch grosse Q titäten trübes Wasser in den Kanal geführt werden, die lei dessen ganzer Länge weit mehr Sand und Erde niederschl als sie aus der Mündung treiben.

Die angeführten Umstände zeigen, dass Schleusen-An neben Strömen, wenn sie allerdings in mancher Beziehung grosse Bequemlichkeit für den Schiffahrts-Betrieb bieten, den manchen Zufälligkeiten unterworfen sind, und jedenfalls g Kosten in der Anlage und Unterhaltung veranlassen. Wenn Schleuse auch angemessene Dimensionen hat, und ihr Bode hinreichender Tiefe liegt, auch für die Reinigung des Ka gehörig Sorge getragen wird, und zwar ohne Unterbrechung Schiffahrt, so tritt eine solche dennoch bei jeder Reparatur Schleuse ein, und ausserdem verursacht der Durchgang der S durch jede Schleuse grossen Aufenthalt. Mit Anwendung möglichen Erleichterungen, selbst zum Nachtheil der Schl und wenn auch die ganze Nacht hindurch das Durchschle fortgesetzt wird, so gelingt es dennoch wohl niemals an Tage mehr als etwa siebenzig Schiffe in einer Richtung d zulassen. Wenn dabei aber eine zufällige Beschädigung ei die bei der übermässigen Anstrengung der Thore und W Vorrichtungen leicht möglich ist, so wird sogleich der Verkehr unterbrochen. Die angegebene Anzahl von Sc

allerdings vollkommen ausreichend erscheinen, wenn der ts-Betrieb regelmässig stattfände, und nicht etwa auf Zeiten des Jahres beschränkt wäre. Das letzte findet aber Fällen wirklich statt, und namentlich wenn der Strom em Wasser wenig Tiefe hat, bei starkem Regen aber nschwillt. So geschieht es z. B. auf der Ruhr, dass von Schiffen mit Kohlen beladen vor den verschiednen zum Abfahren bereit liegen, und sobald endlich das er-Hochwasser eintritt, das während des Sommers nur sehr eit und selten länger, als einige Tage anzuhalten pflegt, n alle Schiffe zu gleicher Zeit ab und treffen vor den n zusammen, wo sie zum grössten Nachtheile des Ver-eilweise so lange aufgehalten werden, dass sie wegen des en eingetretenen kleinen Wasserstandes, nachdem sie end-Schleuse passirt haben, die Fahrt nicht weiter fortsetzen

er Verhältnissen dieser Art erscheint es daher angemes-eit irgend möglich, keine Schleusen zu erbauen, und nur tromregulirung die Schiffahrt zu sichern (§. 73). Die Gefälle im Strome sind allerdings auch nach der Regu-ir die Bergfahrt beschwerlich und dürfen andrerseits auch Thalschiffen nur mit grosser Vorsicht passirt werden, aber dennoch weniger hinderlich als Schleusen. Die ng der Saar ist, soviel mir bekannt, das gelungenste der Schiffbarmachung eines Gebirgsstromes ohne Anwen-n Schleusen und andrer ähnlichen Anlagen. Bei der ng aller betreffenden Projecte wurde hier aber mit grosser und unter Zugrundelegung vielfacher Messungen für corrigirende Strecke das erforderliche Maass der Ein-ng, so wie die Länge der letzteren ermittelt.

Zulässigkeit dieses Verfahrens hat indessen offenbar ihre Sobald das Gefälle im Ganzen so gross ist, dass eine nelle dicht hinter der andern liegt, und die Pferde wäh-Bergfahrt beinahe ununterbrochen in dem starken Zuge müssen, bei höherem Wasser aber die Strömung bei der gleichmässigen Vertheilung des Gefälles gar zu reissend muss man sich zu Stau-Anlagen oder Wehren, und u von Schleusen daneben entschliessen. Dieses wird

aber um so mehr nöthig, wenn schon vor der Schiffbarmachung des Stromes im industriellen Interesse Wehre vorhanden waren, und die Cultur der Thalfläche danach eingerichtet war. In diesem Falle dürfen die Schiffahrts-Anlagen keine Störung herbeiführen, müssen vielmehr mit möglichster Berücksichtigung der bestehenden sonstigen Verhältnisse angeordnet werden.

Die Kammerschleuse ist indessen, wenn sie auch die grösste Bequemlichkeit für das Uebergehen der Schiffe bietet, dennoch nicht das einzige Mittel zur Ueberwindung der starken Gefälle. Das im vorigen Paragraph angegebene Verfahren, dessen man sich besonders in Frankreich häufig bedient, um einen höhern Wasserstand periodisch darzustellen, und die zu Thal fahrenden Schiffe zugleich mit der angesammelten Wassermenge, also auf dem Rücken der Fluthwelle bis zum nächsten Stau herabzuführen, beruht gleichfalls auf Anlagen, welche den Uebergang der Schiffe aus dem Oberwasser in das Unterwasser möglich machen. Die Niveaudifferenz ist freilich gemeinhin in diesem Falle nicht bedeutend, weil der hindurchstürzende Strom den Unterwasserspiegel sogleich hebt. Die Vorrichtungen, wodurch der Stau dargestellt und plötzlich aufgehoben, und diese Art des Schiffahrts-Betriebes möglich wird, sind nichts andres, als die beweglichen Wehre, von denen schon die Rede war (§. 89). Man benutzt indessen zu demselben Zwecke auch andre bauliche Anlagen, die zum Theil nicht wesentlich von den beweglichen Wehren verschieden sind, aber dennoch insofern besonders behandelt werden müssen, als sie sich ausschliesslich auf die Schiffahrt beziehn.

Dieses sind die Stau-Schleusen. Sie kommen nicht häufig vor, und bestehn in Stauwänden, die wieder das ganze Flussbette schliessen und mit Oeffnungen versehn sind, welche eine solche Breite haben, dass ein Schiff sie bequem passiren kann. Sie sind älter, als die Kammerschleusen, und haben wahrscheinlich die nächste Veranlassung zur Erfindung der letztern gegeben, indem diese eigentlich nur aus zwei nahe hinter einander liegenden Stauschleusen bestehn. Nach der von Woltman*) mitgetheilten Nachricht war die Stecknitz vom Müllner-See abwärts bis zur Mündung in die Trave schon früher mittelst drei Stau-

*) Beiträge zur Schiffbarmachung der Flüsse. Seite 170.

usen schiffbar gemacht, als in den Jahren 1391 bis 1398 der
ge Theil der Stecknitz von dem Möllner-See bis zur Elbe in
her Weise behandelt und mit zehn Stauschleusen versehn wurde.
Auch die Alster ist auf vier Meilen Länge von Hamburg
ärts durch Stauschleusen schiffbar gemacht. Einen Quer-
itt derselben zeigt Fig. 243 auf Taf. LIV und zwar vom Un-
asser aus gesehn. Der ganze Bau ist eigentlich eine Frei-
e, und besteht eben so wie diese aus dem Vor- und Hinter-
en und Seitenwänden. Die Vorrichtung zum Schliessen der
nung ist jedoch von den bisher beschriebnen verschieden.
ei Stemm-Thore, welche den gewöhnlichen Schleusenthoren
ähnlich sind, drehen sich um vertikale Axen neben den Sei-
wänden und lehnen sich, wenn sie geschlossen sind, unten
en eine über den Boden vortretende Schwelle und oben gegen
en Spannriegel, der beide Seitenwände mit einander verbindet.
r grössern Deutlichkeit wegen sind die Thore in der Zeich-
g schraffirt. Sowohl die Schwelle als der Spannriegel sind
der Fläche, wo die Thore anschlagen, ganz eben gehalten,
r treten doch nur sehr wenig in der Mitte vor. Bei den Alster-
leusen ist die letzte Anordnung gewählt. Das gleichschenk-
Dreieck, welches die stromabwärts gekehrten Seiten der ge-
lossenen Thore im horizontalen Durchschnitte bilden, wenn
ihre äussern Enden durch eine dritte Linie verbunden denkt,
etwa den zwanzigsten Theil der Basis zur Höhe, während die
mmthore bei gewöhnlichen Kammerschleusen, wie später ange-
t werden soll, sich gegen die Schenkel eines Dreiecks lehnen,
sen Höhe mindestens dem vierten Theile der Basis gleich ist.
den Stauschleusen auf der Stecknitz liegen dagegen die in-
oder äussern Flächen der beiden Thore in einer Ebene,
r die Höhe jenes Dreiecks ist daselbst gleich Null.

Eine andre Eigenthümlichkeit der Thore dieser Stauschleusen
ht darin, dass sie sich nicht unmittelbar berühren, sondern da-
schen eine Oeffnung bleibt, die durch ein Schütz geschlossen wird.
lich sind die Thore auch nicht mit einem dichten Bohlenbe-
verkleidet, sondern zwischen je zwei Stielen ist das Feld
n geblieben, und wird wieder durch ein Schütz geschlossen.
diese Weise bestehn die Thore eigentlich nur aus Rahmen,
alle Stiele, sowie auch die Wendesäulen sind wie Griessäulen

mit Nuthen versehn. In dieser Beziehung stimmen die Stauschleusen der Alster mit denen der Stecknitz überein. Will man sie öffnen, so hebt man zuerst ein Schütz nach dem andern aus, wozu die beiden darüber angebrachten Winden dienen, die mittelst durchgesteckter Hebel oder sogenannter Handspacken gedreht werden. Die Schütze befestigt man aber, sobald sie aus dem Wasser gezogen sind, mit Haken an die Thore. Nur das mittelste Schütz muss jedesmal ganz herausgenommen werden, man pflegt es jedoch mit Ausnahme der Dauer des kleinsten Wassers gar nicht einzustellen, um den Strom nicht ganz zu sperren. Das Wasser ergiesst sich, sobald die Schütze gehoben sind sehr stark durch die Oeffnungen zwischen den Stielen und indem die letzten nur eine geringe Fläche dem Drucke des Wassers bieten, so kann man mittelst Windevorrichtungen die Thore gegen den Strom öffnen.

Der Stau neben jeder Schleuse beträgt etwa 5 Fuss und in den zwischenliegenden Stromstrecken bleibt gewöhnlich noch ein bedeutendes Gefälle. Wenn ein Schiff durchgeführt werden soll, so geschieht dieses nicht unmittelbar nach dem Oeffnen der Thore, sondern man lässt zuerst das Wasser so lange hindurchströmen, bis das Gefälle sich etwa auf die Hälfte ermässigt hat.

Zur Erleichterung der Schiffahrt auf der Berkel, wovon schon §. 95 die Rede war, sind gleichfalls mehrere Stauschleusen angelegt, und zwar eben sowohl im Holländischen, als in neuster Zeit auch im Preussischen. Fig. 244 *a*, *b* und *c* zeigt die im Preussischen Gebiete unterhalb der Hühner-Brücke erbaute Stauschleuse. Die ganze Anordnung und Construction ergiebt sich mit hinreichender Deutlichkeit aus der Zeichnung, zur Erläuterung derselben ist nur zu bemerken, dass die beiden Seitenöffnungen zur Abführung des Hochwassers dienen. Ihre Breite misst 9 Fuss und sie sind gewöhnlich durch Schütze geschlossen, welche sich der Sicherheit wegen noch gegen Mittelstiele lehnen. Die mittlere, für den Durchgang der Schiffe bestimmte Oeffnung ist 12 Fuss 6 Zoll weit und wird durch Versatzbohlen geschlossen, welche mit Hülfe der darüber befindlichen Winde leicht gehoben werden können. Um das Durchbiegen dieser Bohlen zu verhindern, sind dahinter noch zwei Setzpfosten angebracht, die sich gegen einen Griesholm lehnen. Sobald ein Schiff durchgelassen

n soll, hebt man zuerst die Versatz-Bohlen aus, sodann die Posten und endlich den Riegel. Alles dieses geschieht sehr mittelst der Winde. Der Stau beträgt, wenn einige Bohlen setzt sind, 3 bis 4 Fuss, während des Aushebens der ver-enen Theile, welche die Oeffnung schliessen, vermindert er indessen schon von selbst sehr bedeutend, und die Schiffe n daher keinen förmlichen Wassersturz, sondern nur eine e Stromschnelle überfahren.

Den Stauschleussen sehr ähnlich sind die Schiffsdurch-e: beide Benennungen werden häufig mit einander verwech-und es möchte auch schwer sein, die unterscheidenden Merk-beider ganz scharf zu bezeichnen. Nach dem eingeführten chgebrache nennt man die Anlage einen Schiffsdurchlass, d das Gerinne eine grössere Längen-Ausdehnung hat und n Boden und Seitenwände nicht nur dazu dienen, die Stau-chtung gegen Unterspülung zu sichern, sondern zugleich die heilung des Gefälles auf eine angemessne Länge bezwecken das relative Gefälle auf eine gewisse Grösse zu beschränken. Folgt hieraus schon, dass im Allgemeinen das absolute Gefälle Stromes an den Stellen, wo Schiffsdurchlässe erbaut sind, grös-sein darf, als neben den Stauschleussen. Wenn aber auch beide, rend sie geschlossen sind, einen gleich hohen Stau erzeugen, ist dennoch ihr Gefälle zur Zeit des Durchganges der Schiffe entlich verschieden. Bei der Stauschleusse wird nämlich schon her das Oberwasser stark gesenkt, beim Schiffsdurchlasse be-t dasselbe dagegen sehr nahe seinen frühern Stand. Die Wahl schen beiden Anlagen ist sonach theils durch die Wassermenge Stromes, theils durch das Gefälle und die sonstigen Umstände ingt. Wenn die Oeffnung nur wenig breiter, als das durch-ende Schiff sein darf, um den Stau der daneben liegenden hlen nicht zu sehr zu vermindern, so wird man besonders auf ssern Flüssen und Strömen Schiffsdurchlässe erbauen müssen, ald man aber das Oberwasser stark senken will, um eine sse Fluthwelle mit den Schiffen zugleich hindurchzulassen, che für diese in der ganzen folgenden Flussstrecke den erfor-ichen Wasserstand darstellen kann, so erbaut man eine Stau-leuse. Die Schiffsdurchlässe dienen sonach weniger dazu, die iffahrt auf lange Strecken zu erleichtern, als vielmehr nur den

Uebergang aus einem Niveau in das andere möglich zu m
Man findet sie deshalb nur neben natürlichen Wasserfäll
künstlichen Wehren, die schon früher bestanden. Die daz
liegenden Stromstrecken sind von ihrer Wirksamkeit unab
und entweder an sich schiffbar, oder durch Stromregulirung
bar gemacht. Diese Verschiedenheit des Zweckes führt w
der Annahme, dass Schiffsdurchlässe nur an grössern
oder an Strömen vorkommen.

Beim Ueberstürz über ein Wehr und in gleicher Wei
beim Durchfluss durch eine Stauschleusse nimmt das Wass
stark abwärts gerichtete Bewegung an. Diese setzt sich i
des Beharrungsvermögens des Wassers auch noch fort,
der Strahl das Niveau des Unterwassers erreicht hat. E
sich daher Senkungen im Wasserspiegel, die so tief sin
das Unterwasser über dem herabstürzenden Strahle in e
gesetzter Richtung zufliesst und bis zu einer gewissen Ent
sich der Stauvorrichtung nähert. Sobald dieser Gege
aber an die Stelle gelangt, wo sein Gefälle geringer un
die Mittheilung der Bewegung, oder durch die Adhäsion d
sers seine Geschwindigkeit aufgehoben wird, so hört er
auf, während immer neue Wassermassen in gleicher W
ihm erfasst werden, und er fortwährend an derselben St
schwindet. Die ganze Erscheinung ist sehr auffallend: de
strom zeigt die spiegelglatte Oberfläche, deren Gegenst
gegen ist durch zahllose Wellen gekräuselt, welche die I
seiner Bewegung sehr augenscheinlich wahrnehmen lassen
serdem treibt eine Menge Schaum an seiner Oberfläche, d
bläschen, woraus der Schaum besteht, können aber, wei
leicht sind, nicht vom Hauptstrome in die Tiefe gerissen
sie bleiben also auf der Grenze zwischen beiden, und diese
markirt sich daher gemeinhin noch deutlicher durch einen
Schaumstrich.

Die herabfahrenden Schiffe werden, wenn sie nicht s
laden sind, und sonach keine grosse Masse haben, in il
wegung plötzlich merklich aufgehalten, sobald sie in den
strom treten. Minard erzählt,*) dass bei einem Hochw

*) *Cours de construction des ouvrages, qui établisse
vigation des rivières et des canaux.* Paris 1841. Seite 13

ne-Flusse ein grosses leeres Schiff losgerissen und durch effnung im Wehre bei Brives getrieben wurde. Es blieb dicht dahinter im heftigsten Strome liegen, und zwar über Stunden lang, indem der Gegenstrom, sobald es sich ent-, es immer sogleich zurückführte und es dabei so heftig das massive Wehr stiess, dass dieses stark beschädigt t. Als Minard hiervon Nachricht erhielt, fuhr er in einem n Nachen nach dem Stau in der Marne bei St. Maur, und sich bis an den Wassersturz ziehen. Dieselbe Erscheinung chtete er auch hier. Der Nachen wurde durch den Gegen- am Herabtreiben verhindert, und blieb ruhig liegen. Die r durften nur selten benutzt werden, und zwar nur, um den en in der Richtung des Stromes zu erhalten. Es trat eine und hergerichtete gleichsam pendelnde Bewegung ein, die jedesmal so weit ausdehnte, bis der entgegenkommende Strom Richtung wieder veränderte. Dieser Versuch wurde auf eine Stunde ausgedehnt.

Bei Schiffsdurchlässen habe ich diesen Gegenstrom nie be- t: er stellt sich wahrscheinlich deshalb nicht ein, weil der tstrom sich schon der horizontalen Richtung nähert. Letz- trifft aber eine Wassermasse, die eine viel geringere Ge- indigkeit hat, und der Stoss veranlasst einen Druck oder eine nnung, die sich im vertikalen Aufsteigen des Wassers zu er- en giebt. Es bildet sich daher eine hohe stehende Welle, aber wegen der Störung des Gleichgewichts, die sie ver- cht, sich nicht an einen horizontalen Wasserspiegel anschliessen n, ihr folgt vielmehr ein ganzes System ähnlicher stehenden len, deren Höhe jedoch sehr schnell abnimmt, so dass man einhin nur etwa vier deutlich unterscheiden kann. Das her- hrende Schiff wird auch in diesem Falle, wegen der plötz- en Verminderung der Geschwindigkeit des Wassers, und noch r durch den Stoss gegen die stehende Welle sehr merklich in er Bewegung gehemmt.

Die Schiffsdurchlässe findet man am häufigsten vielleicht schliesslich im südlichen Deutschland. Ich will diejenigen be- reiben, die bis vor wenig Jahren an der Lahn im Nassauschen utzt wurden, und nothdürftig einigen Schiffahrtsbetrieb bis lburg möglich machten. Jetzt sind sie sämmtlich eingegan-

gen, und durch Schiffsschleussen ersetzt. Man nannte sie
Lücken.

Die Schiffe, welche bisher die Lahn befuhren, waren bei
Länge von 72 Fuss beinahe 11 Fuss breit und 4 Fuss
Sie luden 700 bis 800 Centner. Die dortigen Wehre verurs
bei den gewöhnlichen Wasserständen einen Stau von 4 Fuss
etwas darüber, womit das Gefälle der Schiffsdurchlässe üb
stimmt. Letztere befanden sich in den Wehren selbst, inde
Theil der Wehrrücken, etwa in der Länge von 20 Fuss
und durch eine hölzerne Rinne ersetzt war, in der die Schiffe
und herauffahren. Die Länge der Rinnen betrug 25 bis 30
woher sie eine Neigung von sechs- bis achtfacher Anlage
In einzelnen Fällen war die Neigung jedoch bedeutend
doch reichte alsdann der Boden der Rinne nicht tief genug
das Unterwasser herab, und es bildete sich noch ein merk
Wassersturz daselbst, der den Durchgang der Schiffe se
schwerte.

Zum Abschluss der Rinne während des kleinen
sers dienten einige hochkantig vor die Oeffnung im Wehr
stellte Bohlen. Da dieselben jedoch in der Mitte einer
stützung bedurften, weil sie sonst gebrochen wären, so wu
ein Loch im Fachbaume eine eiserne Stange eingesetzt, di
jedesmal ausheben musste, ehe ein Schiff durchgelassen w
konnte. Dieses Ausheben, sowie das Wiedereinstellen der
und der Bohlen geschah von einem Nachen aus, der mittelst
langen Leine weiter aufwärts am Ufer befestigt war.

Das Wasser strömte mit einer stark zunehmenden Geschw
keit durch die Rinne; dieses gab sich schon durch den verschie
Wasserstand in derselben zu erkennen. In dem stark ge
Schiffsdurchlasse im Niverner Wehre wurde der Wasse
oben 26 Zoll, in der Mitte 18 Zoll und unten nur 9 Zo
funden. Die Messung mit einem Woltmanschen Flügel erg
Geschwindigkeit oben 6,4, in der Mitte 11,1 und unten
Fuss in der Sekunde. Beide Messungen und besonders d
Wasserstände konnten indessen nicht mit besonderer Schärfe
geführt werden.

Das Herabfahren geschah gemeinhin ohne bes
Mühe, indem die meisten Durchlässe eine Richtung hatten

es Flussbettes unterhalb angemessen war, woher das Schiff, es mit der grossen Geschwindigkeit aus der Rinne, in das e stillstehende Wasser kam, nicht gleich gedreht werden , wohl aber dem Steuer leicht folgte. Nur der Durchlass alduinstein ohnfern der Schaumburg hatte eine sehr gefähr- Richtung, die gerade auf einige Felsen vor dem linken Ufer es. Um das Schiff von diesen abzuhalten, genügte nicht das r: es waren daher noch einige Pfähle unterhalb des Durch- s eingerammt, und in diese mussten die Schiffer während schnellen Vorbeitreibens Bootshaken einstossen und dadurch Schiff absetzen. Das Manöver erfolgte, so oft ich es sah, einer solchen Präcision und überraschenden Geschicklichkeit Energie, dass der hohe Werth, den die Lahn-Schiffer auf Kunst legten, und die Geringschätzung, womit sie von dem ern Schiffahrtsbetriebe sprachen, vollkommen begründet er- inen musste. Der Schiffsverkehr wurde hier ausschliesslich ler Art betrieben, dass die Frachten (grossentheils Eisenerze) stromabwärts gingen und die Schiffe immer leer zurückkehr- Hierdurch wurde das Herauffahren in den Durchlässen sehr ichtert. Sobald das Schiff an einen Durchlass kam, hielt man in und befestigte den einen Block eines Flaschenzuges an das iff, den zweiten an einen Pfahl, der oberhalb des Wehrs zu em Zweck im Ufer eingegraben war. Man spannte alsdann Pferd vor das in den Flaschenzug eingeschorene Tau und grosse Anstrengung ging das Schiff herauf.

Wenn die zu überwindenden Gefälle grösser sind, müssen Schiffsdurchlässe mit mehr Sorgfalt angeordnet werden. Die befindlichen Schiffe schleifen grossentheils auf dem Boden, n der Wasserstand nicht hoch genug ist, um sie schwimmend rhalten. Sie können schon aus diesem Grunde nicht mehr r gesteuert werden, dieses verbietet sich ausserdem aber auch rch, dass ihre Geschwindigkeit zu gross ist, als dass man eintretendem Bedürfnisse sie noch rechtzeitig drehen könnte. n es sonach bei kurzen Schiffsdurchlässen auch ganz an- essen ist, die Breite derselben so weit auszudehnen, dass ein bgehendes Schiff, das gehörig hineingeführt wird, während kurzen Dauer des Durchganges sich nicht weit genug drehen n, um irgendwo an die Wände anzustossen: so ist das Gegen-

stossen bei grösserer Länge der Rinne doch nicht zu ve und es wird um so gefährlicher, je weiter das Schiff sich gedreht hat. Ausserdem würde das Schiff, wenn es mit d sen Geschwindigkeit sehr schräge in das Unterwasser trä stark seitwärts geneigt werden und könnte dabei leicht Dazu kommt endlich noch, dass eine noch grössere Ve der Rinne, welche der Länge entspräche, sich von selbst indem theils der Wasserverlust zu gross wäre, theils aber jedesmalige Oeffnen und Schliessen der obern Mündung z rig würde.

Aus diesen Gründen giebt man denjenigen Schiffsdur in welchen grössere Gefälle liegen, eine Breite, die obern Eingange so bedeutend ist, dass sie ein beque fahren gestattet, weiter abwärts sich jedoch nach und n mindert, und am unteren Ende so geringe ist, dass d wenig freien Spielraum behält, und sonach ganz unabhä Steuerruder schon durch die Wände der Rinne in der Richtung gehalten wird. Es geschieht dabei allerdings, bald rechts, bald links an die Wände anstösst, aber die sind um so mässiger, je schwächer die Seitenbewegunge und jedenfalls treffen nur die abgerundeten Seitenwände, aber die schärferen Ecken, oder die vorderen Spitzen de gegen die Seitenwände der Rinne. Wiebeking*) empfiel die Rinne in dem stromabwärts gekehrten Theile nur 3 Fuss breiter als die durchgehenden Schiffe zu machen. dem hält derselbe für angemessen, einer zu starken Verm des Wasserstandes am untern Ende der Rinne (in Folge nehmenden Geschwindigkeit des Wassers) dadurch zu dass man dem obern Theile eine überflüssig grosse Br er schlägt daher vor, hier eine Verbreitung um den vi dritten Theil und selbst um die Hälfte eintreten zu las Verschluss der obern Mündung würde hierdurch ohn sehr erschwert, ausserdem dürfte auch für die zu Berg Schiffe der verstärkte Wasserzudrang leicht hinderlic Ich habe allerdings bemerkt, dass die Schiffsdurchläs

*) Theoretisch praktische Wasserbaukunst, zweite Auflage München 1814. Seite 166.

=l nach unten hin etwas verengt sind, doch geschieht dieses immer nur in weit geringerem Maasse als Wiebeking ebt.

Bei grössern Gefällen muss man die Rinne recht flach hal- oder ihr nur eine geringe Neigung geben, auch muss man jedesmal gehörig tief in das Unterwasser herabführen. Pech-n*) sagt, die Länge der Rinne müsse wenigstens das Funfzig- der Niveau-Differenz zwischen Ober- und Unterwasser be-en. Wiebeking gestattet einen etwas weitern Spielraum und angt nur, dass die Länge der dreissig- bis funfzigmaligen sse des Gefälles gleich sein solle. Ich vermuthe, dass das ssigfache schon die äusserste Grenze bezeichnet, welche bei agen dieser Art überhaupt vorkommt.

Die Rinne muss jedenfalls einen hölzernen Boden erhal- der mit gehöriger Sorgfalt bearbeitet ist, weil die Schiffe t, während sie darüber gleiten, leiden würden. Ausserdem sen die Seitenwände, besonders wenn die Rinne enge und ist, mit Bohlen verkleidet werden, da ohne diese Vorsicht Gegenstossen höchst gefährlich werden könnte. Da aber so- l der Druck gegen den Boden, als der Stoss gegen die Seiten- d immer sehr stark ist, so darf die Verkleidung nirgend hohl en, wodurch leicht ein Bruch herbeigeführt werden könnte. packt daher den Boden zwischen den Schwellen sorgfältig Steinen aus, und bemüht sich durch zwischengelegtes Moos eingestampften Thon ihn einigermassen wasserdicht zu hen. Die Seitenwände bestehn gemeinhin aus Balken, die wie einer Blockwand unmittelbar auf einander liegen. Wenn man grosser Vorsicht zu Werke geht, und dem Wasserverluste glichst vorbeugen will, so werden auch wohl alle Fugen der zen Rinne durch Werg oder wenigstens durch Moos gedichtet. paraturen kann man hierbei sehr leicht vornehmen, indem die ine, sobald die obere Mündung geschlossen ist, ganz trocken d, und bis zum Unterwasser hin, wo das Durchquellen un-ädlich ist und schon von selbst aufhört, begangen werden kann.

*) Praktische Anleitung zum Flussbau. II. Band. München 1826. te 80.

Die Seitenwände des Durchlasses erstrecken sich über Stelle hinaus, wo der Abschluss stattfindet, und zwar diverg sie hier wie Flügelwände, so dass sie eine stark erwei Einfahrt bilden. Hieraus entsteht nicht nur der Vortheil, dass Schiffe leichter hineingeführt werden können, sondern es wird durch auch die Gelegenheit geboten, die Schiffe unmittelbar vor der Rinne sicher zu befestigen, und zwar an einer Stelle, die Strömung schon bedeutend schwächer, als im Durchlasse Ein Aufenthalt der Schiffe ist aber hier eben sowohl bei der T als bei der Bergfahrt, dringend nothwendig: bei der Thalf nämlich muss das Oeffnen der Rinne abgewartet werden und der Bergfahrt das Umspannen der Leinpferde, indem von hier der gewöhnliche Leinenzug zur weitern Fortsetzung der R wieder beginnt.

Die Vorrichtungen zum Schliessen der Schiffsd lässe sind sehr verschieden, und man kann beinahe alle Meth die bei Gelegenheit der Freiarchen und beweglichen Wehr schrieben sind, hier wieder in Anwendung bringen. Am häuf benutzt man jedoch ein einzelnes Schütz, das die ganze Oe schliesst, und unter welchem das Schiff hindurchgeht. We Heben eines solchen Schützes auch eine bedeutende Kraft dert, und sonach besondere mechanische Vorkehrungen dazu wendig werden, so gewährt es doch den grossen Vorzug das Manöver durchaus sicher ist, und die Absperrun dem jedesmaligen Durchlassen eines Schiffes schnell und v dig wieder bewirkt werden kann, während die Wiederau andrer Stau-Vorrichtungen nur langsam von statten ge sonach mit einem grossen Wasserverlust verbunden ist, d für die Mühlen-Anlagen und theils für die Schiffahrt w Senkung des Oberwassers nachtheilig sein würde. Da des Schützes wird dadurch erleichtert, dass die Anschw oberhalb des Wehrs bei dessen starkem Gefälle nie h sind, und sonach der Wasserdruck gegen das Schütz sich so sehr vergrössert, dass die Reibung dadurch in hohe verstärkt würde. Die Vorrichtung zum Heben des Schütze gewöhnlich darin, dass man dasselbe an zwei Flaschenzüg und die beiden Taue der letzteren über eine gemeins

schlingt, welche durch ein grosses Haspelrad oder auch
rch ein Laufrad gedreht wird.
s Heraufziehen der Schiffe in den Durchlässen ist,
ich nicht gefährlich, doch mühsam, und bedingt eine solche
kung des Zuges, dass die gewöhnliche Bespannung des
hierzu in den meisten Fällen nicht genügt. Es ist daher
dig, vor dem Einfahren in die Rinne noch Vorspann zu
, oder man muss gewisse mechanische Vorrichtungen be-
wie dieses nach der obigen Mittheilung auch auf der Lahn
. Ausserdem wird der Leinenzug durch die Rüstung,
ler Schütz hängt, unterbrochen, während es dennoch noth-
ist, das Schiff bis aus der eigentlichen Rinne herauszu-
weil es erst zwischen den zurücktretenden Flügelwänden
Stelle gelangt, wo die Strömung mässiger wird, und es
nd sicher befestigt werden kann. Zuweilen hilft man sich
dass die Pferde das Schiff anfangs nur bis gegen das
ziehn, worauf es in dem heftigen Strome so lange liegen
bis die Pferde weiter stromaufwärts geführt sind, und die
nter dem Schütz hindurch an das Schiff zurückgebracht
ese Anordnung ist indessen in mehrfacher Beziehung sehr
m, und giebt zugleich zu einem starken Wasserverluste
ssung.

chmann empfiehlt die an der Vils und Naab übliche Me-
wobei die Zugleine nicht, wie sonst geschieht, am vordern
des Schiffes, oder vielmehr an der Stelle, wo der Mast zu
pflegt, sondern vielmehr ganz hinten befestigt wird. Diese
ung ist in sofern nicht nachtheilig, als ein Drehen des
wegen der beschränkten Breite des Durchlasses doch nicht
kann. Die Leine wird dabei aber nicht unmittelbar an das
gebunden, sondern vielmehr über einen einscheibigen
gezogen und während das eine Ende oberhalb des Durch-
befestigt ist, sind die Pferde vor das andere gespannt.
aft, welche die letztern ausüben müssen, darf daher nur
grösser sein, als die Hälfte des Widerstandes, den das
erfährt. Das Schiff wird aber, indem der einscheibige
ganz hinten befestigt ist, wenigstens zum grössten Theile
die Schützöffnung hindurchgezogen, so dass es beinahe mit
ganzen Länge im Oberwasser schwimmt, und daher leicht

gehalten und weiter geschoben werden kann. Sollte die Einrichtung des Leinpfades zur Seite des Schiffsdurchlasses unmöglich sein, so kann man die Leine noch über eine Stelle leiten, die an der Griessäule befestigt ist, und alsdann die Pferde in jeder beliebigen Richtung am Ufer gehn lassen. Die letzte Vorrichtung giebt auch Gelegenheit, den Leinpfad zur Seite des Durchlasses noch in andrer Weise zu benutzen. Ein solcher Leinpfad steigt nämlich gemeinhin ungefähr eben so steil an, wie der Durchlass selbst, stellenweise pflegt er aber noch steiler zu sein, woher die Pferde, indem sie ihn ersteigen, keinen bedeutenden Zug ausüben können. Ihr Zug verstärkt sich aber ausserordentlich, wenn sie unter solchen Verhältnissen in der entgegengesetzten Richtung gehn. Man spannt daher die Pferde vor die Leine, nachdem dieselbe über eine feste Rolle am obern Ende des Durchlasses geschlungen ist, und lässt sie, während sie den Zug ausüben, den Leinpfad herabgehn. Endlich ist noch zu erwähnen, dass man in manchen Fällen die Leine oberhalb des Durchlasses an das Ufer oder einen Anker im Strome befestigt und das Schiff mittelst einer kräftigen Winde-Vorrichtung, die sich auf demselben befindet, heraufzieht.

Als Beispiel eines grössern Schiffsdurchlasses will ich den neben dem Traun-Falle im Lande ob der Ens befindlichen beschreiben, der wahrscheinlich unter allen der grösste ist. Sein Gefälle beträgt nach v. Wiebeking's Angabe 48 Fuss.

Die Traun ist von Ischl abwärts schiffbar, indem sich hier die reichen Zuflüsse aus dem Hallstädter- und Ober-See vereinigen. Drei Meilen weiter tritt sie wieder in einen See, den Traunsee, und etwa eine Meile unterhalb Gmunden, wo sie den Traunsee verlässt, befindet sich der Traunfall, der dem daneben liegenden Dorfe den Namen gegeben hat. Die Traun bildet ausser dem in Rede stehenden noch mehrere natürliche Wasserstürze, die durch künstliche Stauanlagen verstärkt sind und jedesmal erfolgt der Uebergang der Schiffe über dieselben in Schiffs-Durchlässen. Diese sind aber viel unbedeutender, als derjenige, den ich nachstehend beschreiben will. Die sämmtlichen Constructionen, sowohl Wehre als Leinpfade, Einschränkungswerke und zum Theil selbst die Schiffsdurchlässe stimmen mit den §. 74 beschrie-

nen Senkkasten überein, und bestehen in dichten Holzwänden it Steinschüttung.

Die Schiffahrt auf der Traun bezweckt allein den Salztransport aus dem Salzkammergut nach der Donau und namentlich nach Wien. Die Schiffe, die hier fahren, sind ungefähr 90 Fuss lang, 18 Fuss breit und gehn beladen bei kleinem Wasser wenig über 2 Fuss tief. Sie werden ausser dem Steuerruder mittelst churbäumen, und an den Stellen, wo die Tiefe die Benutzung der letztern nicht gestattet, durch kurze Brettstücke an Stielen regiert, die man an verschiedenen Stellen und namentlich in der Nähe des Vordertheiles schräg in das Wasser hält und die in derselben Weise, wie das eigentliche Steuerruder wirken. Diese Schiffe befahren nicht nur die Traun, sondern setzen auch auf der Donau, ohne dass das Salz umgeladen wird, den Weg bis Wien fort.

Fig. 245. Taf. LV zeigt die Lage des Wehrs und des Schiffsdurchlasses*). Der Stau ist grossentheils schon durch die Natur gebildet, indem eine Felsbank durch den Strom setzt, welche mit mächtigen Steinblöcken überdeckt ist. Das Wehr ist daher nicht sowohl ein zusammenhängender Bau, als es vielmehr nur die Zwischenräume zwischen den einzelnen Blöcken schliesst. Ausserdem ist es durch eine Menge Steifen gegen diese Blöcke gestützt. Zwischen seinem obern Ende und dem linken Ufer befindet sich bei *D* eine Freiarche, die durch ein Schütz von 24 Fuss Breite geschlossen ist, und zur leichtern Abführung der Fluthen dient. Das Gefälle beträgt hier etwa 40 Fuss, in dem Unterwasser liegt aber bis zur Mündung des Schiffsdurchlasses noch ein Gefälle von etwa 8 Fuss, so dass das ganze Gefälle der Rinne, wie bereits erwähnt, 48 Fuss beträgt. Das untere Ende des Wehrs lehnt sich an die linke Seite des Schiffsdurchlasses an. Weiter rechts unmittelbar neben dem Ufer befindet sich noch das Mühlengerinne, durch welches zwei Mühlen getrieben werden. Das Betriebswasser derselben fliesst dem Schiffsdurchlasse zu, und zwar ziemlich nahe an seiner obern Mündung, woher die Mühlen nur einen sehr kleinen Theil des Gefälles benutzen.

*) Diese Situations-Charte ist aus Wiebekings Wasserbaukunst entnommen, doch sind einige Aenderungen nach sonstigen Notizen darin eingefügt.

Der Schiffsdurchlass erstreckt sich von *A* bis *B* und seine ganze Länge beträgt nach der v. Wiebekingschen Charte 133 Wiener Fuss (1341 Preussische), oder ist ungefähr der acht und zwanzigmaligen Niveau-Differenz zwischen Ober- und Unterwasser gleich. Die Breite misst im obern Theile des Durchlasses bis zum Schütz 30 Fuss, zwischen dem letztern und der Einmündung des zweiten Mühlen-Kanales nur 20 Fuss und von hier ab bis ans untere Ende 24 Fuss. Diese Angaben stimmen sämmtlich mit meinen flüchtigen Messungen und Schätzungen ungefähr überein, weichen aber wesentlich von denjenigen ab, die Wiebeking im Texte seines Werkes macht. Letztere sind wohl eben so unrichtig, wie die Mittheilung, dass die Schiffe, welche die Traun befahren, bei der Länge von 90 Fuss nur 8 Fuss breit sein sollen. Das Schütz zum Schliessen des Durchlasses befindet sich bei *C*, seine Breite oder die lichte Entfernung zwischen den Griessäulen beträgt 22 Fuss. Das Schütz wird in der bereits angegebenen Art gehoben.

Der Schiffsdurchlass ist sowohl in der Sohle, wie in den Seitenwänden mit Holz verkleidet. Die linkseitige Einfassung desselben, welche ihn von dem eigentlichen Flussbette trennt, ist wieder sehr verschieden, bald sind es gewachsene Felsen, bald grosse Felsblöcke, die man zum Theil durch Mauern, zum Theil durch Senkkasten mit einander verbunden hat. Ihre Oberfläche ist aber ziemlich geebnet, weil die Lein-Pferde darauf geht. Die Bergfahrt geschieht in der Weise, dass immer zwei Schiffe zusammen ankommen: jedes ist mit zwei Pferden bespannt. Durch die andern kleinen Durchlässe fahren sie einzeln und zwar werden dabei die vier Pferde zuerst vor das eine und dann vor das andere Schiff gespannt. Diese Bespannung ist aber für den Traunfall noch nicht genügend. In einer im rechtseitigen steilen Felsufer künstlich gebildeten Höhle, die als Stall dient, steht noch der Vorspann von vier andern Pferden. Jedes einzelne Schiff wird sonach mit acht Pferden bespannt, und diese führt man zuerst über die Brücke nahe der untern Mündung des Schiffsdurchlasses auf dessen linkseitiges Ufer; die Zugleine wird alsdann unter der Brücke hindurchgezogen, und indem ein mässiger Zufluss durch das Oeffnen des Schützes gegeben wird, steigt das Schiff zwar langsam, aber doch ohne übermässige Anstrengung

Pferde bis vor die Mündung des zweiten Mühlen-Kanales herauf. Hier muss angehalten werden, indem der Leinenzug in dieser Weise nicht weiter fortgesetzt werden kann. Das Schiff wird sonach im heftigen Strome festgebunden. Die Pferde gehn über die obere Brücke auf das rechte Flussufer und zwar bis gegen die etwas vortretende Ecke bei E oberhalb der Mündung des Schiffsdurchlasses. Von hier wird die Leine in einem Nachen unter dem inzwischen vollständig geöffneten Schütz hindurch ans Schiff gebracht, und der Zug erfolgt nunmehr ohne weitere Unterbrechung, bis das Schiff sich im Oberwasser befindet, worauf es festgelegt wird und bis zur Ankunft des zweiten Schiffes liegen bleibt.

Sehr interessant ist es, die Schiffe hier herabfahren zu sehn. Nach meiner Schätzung betrug ihre Geschwindigkeit etwa 26 Fuss in der Sekunde. Das Wasser selbst hatte indessen nicht diese Geschwindigkeit, woher der Boden der Rinne hinter dem Schiffe ganz trocken erschien. In geringer Entfernung folgte jedoch eine hohe Welle, worauf die Rinne sich wieder mit Wasser füllte. Der Wasserdruck dicht vor dem Schiffe war so gross, dass namentlich an den Seitenablässen Wasserstrahlen plötzlich 3 bis 4 Fuss hoch aufstiegen. Während des Herabfahrens findet keine Gefahr statt, indem das Schiff durch die schmale Rinne, die nur wenige Fuss Spielraum lässt, sicher geleitet wird, bei der grossen Geschwindigkeit lassen sich hier auch keine andre Vorsichtsmaassregeln ergreifen. Die Mannschaft steht daher ruhig im Schiffe mit den erwähnten kleinen Steuerrudern in der Hand, und sobald das Unterwasser erreicht ist, müssen diese sogleich eingesetzt werden, damit das Schiff nicht etwa auf die Felsen vor dem rechten Ufer aufläuft. Bei der grossen Geschwindigkeit gegen das Wasser, das hier zwar schäumt und wirbelt, aber im weiten Profile nur langsam fliesst, dreht das Schiff auch sogleich und sicher nach der linken Seite und tritt in das offene Fahrwasser.

Auffallend sind die kleinen Seitenablässe, die einen Theil des Wassers aus der Rinne nach dem Strome führen. Sie waren eben sowohl, wenn Schiffe herauf-, als herabgingen, geöffnet, doch führten sie nur wenig Wasser ab, weil dasselbe bei der grossen Heftigkeit des Stromes die Seitenrichtung nicht schnell genug annehmen konnte.

Zu den Schiffs-Durchlässen muss man noch die Oeffnungen zählen, die zuweilen ohne alle Vorkehrung zum Schliessen in den Wehren angebracht sind. Die Rinne, welche die Schiffe in diesem Falle passiren müssen, ist gemeinhin weder gehörig regulirt, und an den Seiten regelmässig eingefasst, noch auch im Boden mit Holz bekleidet. Diese Anlagen sind so unvollkommen, und häufig so gefährlich, dass man Flüsse, auf denen sie vorkommen, kaum schiffbar nennen kann. In der Sauer, auf der Grenze zwischen Preussen und Luxemburg befinden sich Durchlässe dieser Art in grosser Anzahl. Die Mühlen daneben verlieren um so mehr Wasser, je tiefer sie sind: es liegt daher im Interesse der Müller, sie recht flach zu halten und hierzu geben die unregelmässig auf die Wehre aufgeworfenen Steine vielfache Veranlassung. Das Durchfahren durch die Rinne ist bei der heftigen Strömung und den vielfach darin liegenden groben Geschieben, die oft mehrere Quadratfuss halten, im höchsten Grade gefährlich. Die Schiffahrt hört daher bei kleinem Wasser ganz auf, und wird nur bei höheren Anschwellungen betrieben, doch auch nur dann mit Schiffen, die so wenig tief gehn, dass sie diese Geschiebe nicht berühren. Der heftige Strom räumt alsdann vielleicht die Rinne auf, und jedenfalls ist die Wassertiefe darin noch immer etwas grösser, als auf dem Wehrrücken.

In einzelnen Fällen, deren Anzahl indessen gewiss nur sehr geringe ist, umgeht man die Wehre in offenen Stromarmen. Dieses ist jedoch nur möglich, wenn die Wehre kein starkes Gefälle haben. Ausserdem müssen die Schiffahrtsarme, um nicht zu viel Wasser abzuleiten, und den Stau aufzuheben, enge und bedeutend länger sein, als der Hauptstrom. Sie sind sonach bei Hochwasser der Versandung ausgesetzt, erfordern überdies kostbare Uferdeckungen und gewähren dennoch immer nur einen unbequemen Durchgang für die Schiffe, der überdies wegen seiner grossen Länge einen bedeutenden Zeitaufwand erfordert. Ein Beispiel dieser Art findet sich an der Werra, dem Städtchen Hedemünden gegenüber, wo die Schiffe durch einen schmalen linkseitigen Arm das Wehr umfahren. Dieser Arm hat sich jedoch in neuerer Zeit dicht unterhalb des Wehrs mit dem Hauptstrome vereinigt, wodurch seine Benutzung noch viel unbequemer geworden ist, als sie früher war. In gleicher Weise wird auch

in der Oder liegende Wehr bei Oppeln auf einem engen und fach gekrümmten Arme umfahren, der die Weeske heisst.

§. 97.

Leinpfade.

Auf allen schiffbaren Strömen im westlichen und südlichen Deutschlande werden die Schiffe in der Bergfahrt durch Pferde gezogen, und die Uferbesitzer sind verpflichtet, diesen Leinenzug auf ihren Grundstücken zu dulden. Wie unangenehm und nachtheilig eine solche Verpflichtung auch sein mag, so ist sie doch eine Last, die schon Jahrhunderte hindurch auf dem Grundbesitz haftet und sonach rechtlich begründet ist. Die Uferfläche, auf der dieses Servitut ausgeübt wird, ist sonach nicht unbedingtes Eigenthum des Besitzers, und darf nur soweit zu ökonomischen Zwecken benutzt werden, als der geregelte Betrieb des Leinenzuges dieses gestattet. Der Ertrag dieser Fläche wird daher jedesmal vermindert und verschwindet in vielen Fällen ganz, selbst wenn der Boden an sich sehr fruchtbar ist.

Die gesetzlichen Bestimmungen sind in Bezug auf die Specialien dieses Servitutes sehr verschieden. In manchen Gegenden sind beide Ufer mit dieser Last behaftet und der Leinpfad kann nach Umständen von dem einen auf das andere verlegt werden, während häufig die Verpflichtung nur für dasjenige Ufer besteht, auf welchem der Leinenzug nach altem Herkommen ausgeübt wird. Jedenfalls hebt das Servitut nicht den Besitzstand auf, es bezieht sich auch keineswegs nur auf eine bestimmte Fläche, so dass es erlöschen könnte, sobald der bisherige Leinpfad bei fortgesetztem Uferabbruche verschwände. Die Regierung, welche wohl in allen Fällen die sämmtlichen Schiffahrts-Anlagen auf grössern Strömen ausführen lässt und unterhält, hat sonach, obgleich der Leinpfad ohne Zweifel zu diesen gehört, nicht die Verpflichtung, für die Erhaltung des Leinpfadufers zu sorgen, denn sobald dieses zerstört wird und der bisherige Leinpfad nicht mehr existirt, so eröffnet sich ein solcher von selbst auf dem neuen Ufer, und der Besitzer muss von diesem alle hinderlichen Gegenstände entfernen. An denjenigen Strömen, wo die Uferbesitzer oder die angrenzenden Communen zur Erhaltung der

Ufer verpflichtet sind, entbindet sie daher das Servitut des Leinpfades keineswegs von dieser Verpflichtung.

Nach allen localen Gesetzen, soviel mir deren bekannt sind, muss der Grundbesitzer unbedingt das Ufer für den Leinenzug räumen, er muss daher Bäume, Sträucher, Zäune entfernen, sobald dieses bei der Veränderung des Ufers erforderlich wird. Selbst Gebäude machen hiervon gesetzlich keine Ausnahme, doch tritt dieser Fall wohl niemals, wenigstens nicht bei uns ein, indem der Leinpfad schon früher gesichert und ein vollständiger Uferbau ausgeführt zu werden pflegt, ehe der Abbruch eines Gebäudes nöthig wird.

Eine grosse Schwierigkeit bietet häufig die Bestimmung der äussern Grenze, bis zu welcher der Leinenzug ausgeübt werden darf, und namentlich tritt ein solcher Zweifel bei sehr flachen Ufern ein. Jedenfalls muss bei dem höchsten noch schiffbaren Wasserstande die Ausübung des Leinenzuges möglich bleiben, aber der Weg, den die Pferde alsdann verfolgen, liegt häufig vom eigentlichen Fahrwasser oder vom tiefsten Stromschlauche so weit entfernt, dass er bei kleinem Wasser unmöglich als Leinpfad benutzt werden kann. Wenn sonach die Schiffahrt nicht leiden soll, so müssen die Zugpferde nach Maassgabe des Wasserstandes an ganz verschiedenen Stellen des Ufers geführt werden dürfen, oder das Servitut muss sich auf eine weit ausgedehnte Fläche erstrecken. Dass der Nachtheil des Grundbesitzers in diesem Falle übermässig gross wird, ist nicht in Abrede zu stellen, auch pflegt man alsdann durch Stromregulirung und Erhöhung des Leinpfades den Uebelstand möglichst zu mässigen, aber andrerseits ist eine solche Ausdehnung des Servitutes gesetzlich nicht verboten, vielmehr durch altes Herkommen begründet. Eine bestimmte Breite des für den Leinenzug zu benutzenden Ufers ist mit Ausnahme der Französischen Gesetzgebung, so viel mir bekannt, auch nirgend vorgeschrieben, und ganz unstatthaft ist es daher, wenn die Grundbesitzer willkührlich den Leinpfad so zu beschränken versuchen, dass derselbe bei gewissen Wasserständen gar nicht zu passiren, oder wegen zu grosser Entfernung vom Fahrwasser unbrauchbar ist.

Nach der Französischen Gesetzgebung und zwar nach der Ordonnanz von 1669 haftet das Servitut des Leinpfades auf einem

Fuss breiten Streifen längs des Ufers. Wegen der Unbestimmtheit des letzten Ausdrucks wiederholten sich fortwährend vielfache Streitigkeiten. Die Uferbesitzer verlangten nämlich, dass dabei der niedrigste Wasserstand zum Grunde gelegt werden sollte, und behaupteten, dass sie die Ausübung des Leinenzuges nur bis auf 30 Fuss Entfernung vom Rande des niedrigsten Wassers zu dulden dürften. Bei dieser Auslegung verschwand indessen in vielen Fällen selbst bei mittlern Wasserständen der Leinpfad schon vollständig, und die Schiffahrt litt dabei zu sehr, als dass man eine solche Deutung eines Gesetzes, welches ohne Zweifel das Interesse des innern Verkehrs beabsichtigte, für die richtige ansehn durfte. Man hat demnach sowohl in der Preussischen Rheinprovinz, soweit daselbst das Französische Gesetz gilt, als auch in Frankreich selbst durch spätere Erklärungen die Stelle in der Art gedeutet, dass der Ausdruck „längs des Ufers“ *(de long des bords)* entweder den scharf markirten höhern Uferrand oder wenn ein solcher gar nicht vorhanden oder für den Leinenzug nicht brauchbar ist, die Grenze des Wassers beim höchsten noch schiffbaren Wasserstande bezeichnet.

Es wird sonach in diesem Falle eine gewisse Grenze der Schiffbarkeit vorausgesetzt, und die Erfahrung zeigt in der That, dass bei den höchsten Wasserständen die Schiffahrt, d. h. die Segelschiffahrt aufhört, wie schon oben bemerkt wurde. Die scharfe Bestimmung jener Grenze ist aber sehr schwierig, und man darf dabei auf manche ungewöhnliche Fälle nicht Rücksicht nehmen, in welchen einzelne Schiffe bei viel höherem Wasserstande fahren, als sonst geschieht. So kann der Kaufmann in Folge gewisser Handels-Conjuncturen, und namentlich wenn Aenderungen des Zolltarifs beabsichtigt werden, Veranlassung haben, ganz ungewöhnliche Transportkosten dem Schiffer zu bewilligen unter der Bedingung, dass die Ablieferung in einer genau einzuhaltenden kurzen Frist erfolge. Wenn alsdann gerade Hochwasser stattfindet, so geschieht es wohl, dass der Schiffer ganz unbekümmert um die sonstigen Leinpfade, die sämmtlich vom Hochwasser überfluthet werden, die Pferde überall gehn lässt, wo ein Feld in der Nähe des Stromes noch trocken liegt, und dadurch dem Uferbesitzer sehr grossen Schaden zufügt. In solchem Falle ist es natürlich seine Sache, sich mit den Uferbesitzern zu einigen und

sie zu entschädigen, aber es wäre ganz unstatthaft, ein solches Verfahren noch als Ausübung des gesetzlich begründeten Servituts anzusehn.

Die Schiffahrt hört in der Regel auf, sobald das Wasser so hoch anschwillt, dass die Leinpfade nicht mehr gangbar sind, die Höhe derselben und die Grenze der Schiffbarkeit hängen sonach wechselseitig von einander ab. Wenn man aber von dem Grundsatze ausgeht, dass der Leinenzug im Allgemeinen auf dem natürlichen Wiesengrunde neben dem Strome ausgeübt wird, und das weiter zurückliegende höhere Ufer oder der künstlich ausgebaute Leinpfad nur zur Verbindung jener höheren Uferstrecken dient, um die stellenweise Unterbrechung des Leinenzuges zu verhindern; so leidet es keinen Zweifel, dass die Höhe des Wiesengrundes in der Nähe des Stromes sowohl die Grenze der Schiffbarkeit, als auch die Höhe des Leinpfades bezeichnet. Man muss dabei indessen immer den ganzen Strom oder wenigstens grosse Theile desselben zugleich berücksichtigen, und für eine gehörige Uebereinstimmung sorgen, damit das in der Bergfahrt begriffene Schiff nicht etwa zum Anlegen gezwungen wird, weil stellenweise die Leinpfade zu niedrig liegen und nicht mehr gangbar sind. Es ist daher nöthig, bei Bestimmung der Höhe derselben einen gewissen Beharrungs-Wasserstand zum Grunde zu legen. Im Allgemeinen werden die Ufer in den untern Stromstrecken niedriger, so wie auch die Anschwellungen daselbst gleichfalls mässiger bleiben: der Leinpfad, dessen Höhe einem bestimmten höhern Beharrungs-Wasserstande entsprechen muss, liegt sonach in der ganzen Länge des Stromes nicht überall gleich hoch über dem niedrigen Wasser, sondern senkt sich gegen dieses, wenn man ihn in der Richtung des Stromlaufes verfolgt.

Wenn der schiffbare Strom in seiner ganzen Länge mit einer hinreichenden Anzahl von Pegeln versehn ist, welche regelmässig beobachtet werden; so ist es nicht schwer, eine gleichmässige Höhe des Leinpfades für alle Theile anzugeben. Ganz unstatthaft ist es aber, hierbei die Abweichungen der einzelnen Pegel unter sich, sowie auch das verschiedenartige Anschwellen des Stromes an den verschiedenen Stellen (in Folge der verschiedenen Breite des Thales oder des Fluthprofiles) unbeachtet zu las-

sen, und eine gewisse Pegelhöhe ganz allgemein als Höhe des Leinpfades anzunehmen. Andrerseits ist es aber auch nicht räthlich, die gleichmässige Höhe des Leinpfades aus directen Beobachtungen des Wasserstandes während einer einzigen entsprechenden Anschwellung herzuleiten. Man würde dabei nämlich den Einfluss der Bäche und Flüsse, die sich in den Hauptstrom ergiessen, nicht leicht mit ihrem wahren Werthe berücksichtigen, denn nach Maassgabe der localen Witterungs-Verhältnisse findet zwischen den Wassermengen, welche diese Seitenzuflüsse und der Hauptstrom liefern, keineswegs jedesmal ein constantes Verhältniss statt. Die einzelne Beobachtung kann daher leicht ein Resultat geben, welches von dem durchschnittlichen bedeutend abweicht. Die sicherste Methode beruht darauf, dass man für alle Pegel diejenigen Wasserstände aufsucht, welche während einer längern Periode in gleicher Anzahl von Tagen überschritten sind. Wenn z. B. an einer gewissen Stelle die Leinpfadshöhe als angemessen erachtet wird, und man dieselbe auf dem ganzen Strome in Anwendung bringen, oder den ganzen Leinpfad auf die entsprechende Höhe legen will; so untersucht man, welchem Wasserstande am nächsten Pegel jene zum Grunde zu legende Höhe entspricht, und ermittelt aus den Wasserstands-Tabellen, an wieviel Tagen während eines gewissen Zeitraumes von einem oder mehreren Jahren dieser Wasserstand überschritten wurde. Für jeden andern Pegel an demselben Strome kann man alsdann leicht den entsprechenden Wasserstand aus den Tabellen herleiten, indem dieser während desselben Zeitraumes in einer gleichen Anzahl von Tagen auch überschritten werden musste. Es ist hierbei vortheilhaft, eine recht lange Beobachtungs-Periode zum Grunde zu legen, weil dadurch die einzelnen Anomalien am sichersten umgangen werden, doch ist dieses in vielen Fällen wegen Unvollständigkeit oder Unsicherheit der Beobachtungen nicht möglich, und man muss sich alsdann wohl auf die Beobachtungen während eines einzigen Jahres beschränken. Jedenfalls muss aber dieselbe Beobachtungs-Periode bei allen Pegeln zum Grunde gelegt werden, und man darf nicht etwa bei den verschiedenen Pegeln verschiedene Jahrgänge benutzen, weil die höhern Wasserstände keineswegs sich regelmässig wiederholen. Bei Bestimmung der Leinpfadshöhe für die Mosel ist man von dem Grundsatze ausgegan-

gen, dass durchschnittlich in jedem Jahre der Leinpfad während 10 Tagen überfluthet wird. Ein grosser Theil dieser Zeit trifft aber mit dem Eisgange zusammen, oder mit so hohen Wasserständen, dass der starke Strom die Schiffahrt jedenfalls verbieten würde, wenn die Leinpfade auch höher lägen. Diese Höhenlage ist daher wohl als vollkommen ausreichend zu betrachten, denn wenn es auch geschehn kann, dass der Schiffer in seltenen Fällen einen oder zwei Tage warten muss, bevor die Leinpfade wieder gangbar werden, obgleich die sonstigen Umstände die Fahrt schon zulässig machen, so kommt dieser geringe Zeitverlust gegen die übermässigen Mehrkosten und sonstigen Nachtheile nicht in Betracht, welche eine grössere Erhöhung des Leinpfades verursacht haben würde.

Die Bestimmung der Leinpfadshöhe ist vorzugsweise bei allen Anlagen nothwendig, die man behufs der Erleichterung des Leinenzuges und zur Verhinderung einer Unterbrechung desselben ausführt. Man findet zwar jedesmal Ufer, welche die erforderliche Höhe haben, aber sie sind für die Ausübung des Leinenzuges nicht mehr brauchbar, wenn sie von dem Schiffahrtswege zu weit entfernt liegen. Welche grosse Erschwerung des Zuges und welche sonstigen Uebelstände aus der weiten Entfernung des Leinpfades hervorgehn, ist schon früher auseinandergesetzt (§. 95). Es entsteht daher die Frage, wie weit der Leinpfad von dem Fahrwasser ohne wesentlichen Nachtheil der Schiffahrt entfernt sein darf? Eine allgemein gültige Antwort ist hierauf nicht zu geben, und gewiss ist für grössere Ströme auch eine grössere Entfernung noch zulässig. Man muss jedenfalls, um sich hierüber ein richtiges Urtheil bilden zu können, die Art des Schiffahrtsbetriebes auf den betreffenden Strömen näher untersuchen, und namentlich aus andern Stellen, wo die Schiffahrt noch nicht wesentlich behindert erscheint, auf diejenigen Maassregeln schliessen, die man in jedem einzelnen Falle zu ergreifen hat. Dabei kommen indessen noch verschiedene andre Umstände in Betracht. Die Entfernung des Leinpfades kann um so grösser sein, je mehr dessen Richtung mit der des Fahrwassers stromaufwärts convergirt. Der nachtheiligste Fall ist derjenige, wenn das Schiff einer grossen Entfernung vom Leinpfade unerachtet sich davon noch weiter entfernen muss, und dieses geschieht ge-

meinhin in den Stromkrümmungen, wenn der Leinpfad auf dem convexen Ufer liegt. In den Krümmen zieht sich fast jedesmal das Fahrwasser längs des gegenüberliegenden Ufers hin und wenn man zum Fahrwasser, so wie zu dem Leinpfade Tangenten zieht und zwar an solchen Stellen, wo das Schiff und die Pferde gleichzeitig sich befinden, so divergiren beide Tangenten gemeinhin sehr stark. Man wird daher in diesem Falle immer dafür sorgen müssen, dass der Leinpfad sich nicht weit vom Flussbette entferne. Demnächst ist aus den oben angegebenen Gründen die weite Entfernung des Leinpfades um so nachtheiliger, je heftiger die Strömung und je enger das Fahrwasser ist. Auch die herrschende Windesrichtung ist hierbei von wesentlichem Einfluss, denn die sehr schräge gespannte Leine zieht schon jedesmal das Schiff nach dem Leinpfadsufer hin, und man kann es davon nur entfernt halten, indem man es immer nach dem entgegengesetzten Ufer richtet. Trifft es sich nun, dass der Wind es in derselben Richtung, wie die Leine ablenkt, so wird häufig das Abhalten ganz unmöglich, und besonders ist das Vorbeifahren an weit vortretenden Buhnenköpfen in diesem Falle zuweilen ganz unthunlich. Man muss, wie schon oben (§. 73) bemerkt wurde, bei Entwerfung der Stromregulirungs-Projecte die Lage des Leinpfades nie unberücksichtigt lassen, und selbst mit Aufopferung mancher andern bedeutenden Vortheile sich immer bemühen, das Fahrwasser möglichst nahe an den Leinpfad zu bringen. Diese Rücksicht ist bei der Wahl zwischen zwei Stromarmen besonders wichtig.

In regelmässigen Stromstrecken, so wie auch in solchen, die nicht besonders stark gekrümmt sind, darf der Leinpfad unbedenklich dem Fahrwasser gegenüber liegen, denn es ist nicht unbillig, von dem Schiffer zu verlangen, dass er mit hinreichenden Leinen versehn sei, um das ganze Strombette zu überspannen. Nur auf den grössten Strömen, wo zugleich ein starker Verkehr stattfindet, wird hiervon eine Ausnahme gemacht, und die Stromregulirungen haben daselbst oft keinen andern Zweck, als das Fahrwasser selbst in regelmässigen Stromstrecken dem Leinpfade näher zu bringen.

Wenn die Ufer sehr niedrig und sumpfig sind, kann der Leinenzug nicht in der Nähe des Strombettes ausgeübt werden, die Pferde müssen alsdann auf dem höhern Ufer gehn, wodurch

wieder die Verlängerung der Leine und eine schrägere Richtung derselben bedingt wird. Liegt das höhere Ufer soweit entfernt, dass der Leinenzug dadurch wesentlich erschwert wird, so muss der Leinpfad künstlich ausgebaut werden. Er bildet alsdann einen erhöhten Damm, der sich über die niedrige Uferstreifen zur Zeit des Stromes hinzieht. Die Höhe dieses Dammes muss der allgemeinen Leinpfadshöhe entsprechen, er wird überdies dem Ufer möglichst nahe und parallel zum Strome zu legen sein und besonders dürfen darin keine scharfen Krümmungen vorkommen, wobei die Pferde der Gefahr ausgesetzt würden, herabgerissen zu werden. Gemeinhin befinden sich solche niedrige Uferstellen vor den Mündungen der Bäche und Seitenflüsse, und es dürfen sonach die erforderlichen Brücken darin nicht fehlen. Ueber die Breite eines künstlichen Leinpfades und die Art seiner Befestigung wird später die Rede sein, im Allgemeinen ist aber in Betreff derselben noch ein Umstand besonders wichtig. Die Grundbesitzer sehn es nämlich fast immer sehr gern, wenn ein Leinpfadsbau dieser Art zur Ausführung kommt, denn wenn die Bodenfläche, worauf derselbe geschüttet wird, auch gar keinen Ertrag mehr giebt, so hört dadurch nicht nur das fernere Betreten der Wiesenfläche zur Seite auf, sondern ausserdem übernimmt der Staat in diesem Falle gemeinhin stillschweigend auch die Verpflichtung zur Deckung des Ufers, insofern er den ausgebauten Leinpfad nicht der Gefahr aussetzen darf, durch fortgesetzten Uferabbruch zerstört zu werden.

Man findet vielfache Beispiele solcher Leinpfads-Anlagen, und zuweilen sind sie in grosser Länge zur Ausführung gebracht. So hat der Leinpfadsdamm an der Mündung der Ahr in den Rhein im Coblenzer Regierungs-Bezirk mit Einschluss der darin liegenden drei Brücken die Länge von nahe ein drittel Meile. Die Bauten dieser Art sind indessen immer sehr bedenklich, und man thut daher wohl, soweit es irgend geschehn kann, sie zu unterlassen. Einerseits sind die Grundbesitzer in solchem Falle immer der Ansicht, dass das Servitut des Leinenzuges dadurch aufgehoben wird, und verlangen gemeinhin, dass die Pferde später bei allen Wasserständen auf dem ausgebauten Leinpfade bleiben, und selbst die Sand- und Kiesflächen am Rande des Strombettes zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes nicht betreten

n: noch weniger aber dulden sie es, dass die Pferde bei rm Wasser auf dem Ufer hinter dem Leinpfade gehn. Hier- ist es dringend nöthig, einen solchen Leinpfad gleich in der len Höhe aufzuführen. Man meint oft, dass man die ffahrt schon wesentlich erleichtern könne, wenn man den npfad nur so hoch legt, dass er bei den gewöhnlichen Schif- ts-Wasserständen bequem zu passiren ist. Aber diese halbe assregel schadet weit mehr, als sie nützt, weil sie die beste- den Verhältnisse aufhebt, ohne hinreichenden Ersatz zu bieten d oft den Leinenzug bei höherm Wasser vollständig unterbricht. ancher Bau dieser Art wird sogar von den Schiffern als höchst chtheilig bezeichnet, weil die Grundbesitzer nach der Ausführung sselben nicht mehr gestatten wollen, die Pferde bald hier und ld dort treiben zu lassen, wie es für den Zug am bequemsten . Jedenfalls muss das Interesse des Grundbesitzers auch be- ksichtigt werden, und unter keiner Bedingung ist es statthaft, ss die Pferde nur nach der Willkühr der Treiber weite Vor- der zertreten dürfen. Dazu kommt noch, dass zwischen den zelnen Dorfschaften häufig in Bezug auf das Vermiethen der inpferde eine grosse Rivalität stattfindet, und in diesem Falle rden die Wiesen, die andern Pferdetreibern gehören, immer am rksten beschädigt.

Der erwähnte Uebelstand wäre am sichersten zu beseitigen, nn man recht nahe am Ufer den Leinpfad in seiner vollen Höhe baute: aber diese Höhe ist gemeinhin so bedeutend, dass der u nicht nur in der Anlage und Unterhaltung sehr kostbar wird, ndern er ausserdem auch noch die unangenehmsten Collisionen Bezug auf die Fluthverhältnisse veranlasst. Einerseits pflegen e Besitzer der gegenüberliegenden Ufer sich zu beschweren, dass se in Folge der starken Verengung des Fluthprofiles bei den chsten schiffbaren Wasserständen in Angriff versetzt werden, drerseits aber sind solche hohe und freiliegende Leinpfadsdämme chts Anders als eine Art von Deichen und führen daher ähn- he Nachtheile wie diese herbei. Das Wasser, welches sonst gehindert auf die Wiesenfläche, und zwar in der ganzen Länge rselben eintreten konnte, muss später durch die Brücken im inpfade ein- und ausströmen. Dadurch werden heftige Strö- ngen und tiefe Einrisse im Boden verursacht, auch wohl stel-

lenweise Versandungen herbeigeführt. Man vermeidet sonach durch Anlagen dieser Art keineswegs die Collisionen zwischen den Grundbesitzern und Schiffern, vielmehr werden diese sogar in viel höherm Maasse, so wie auch Klagen von beiden hervorgerufen.

Wenn sonach das Ufer in seiner natürlichen Beschaffenheit keine wirkliche Unterbrechung des Leinenzuges bedingt, vielmehr nur die Beschwerden der Uferbesitzer über das Treiben der Pferde auf ganz verschiedenen Stellen der Wiese eine Abhülfe wünschenswerth machen, so ist es wohl immer gerathener, eine solche auf andre Art zu versuchen, als sogleich zur Anlage eines Leinpfaddammes zu schreiten. In vielen Fällen hören die Beschwerden schon auf, sobald man nur für gewisse Wasserstände bestimmte Leinpfade anweist, und dafür sorgt, dass diese bis zum Eintritt höherer Anschwellungen inne gehalten werden. Man steckt zu diesem Zwecke an der Landseite des Pfades eine Reihe Stangen, etwa in Abständen von 5 Ruthen aus. Diese bezeichnen die Richtung, in welcher die Pferde gehn müssen, und selbst wenn das Wasser einen Fuss hoch den Grund überfluthet, können die Pferde mit voller Sicherheit darüber gehn, die Stangen verhindern sogar, dass die Pferde in Vertiefungen fallen, die sich vielleicht zur Seite befinden. Nur wenn das Wasser gegen zwei Fuss hoch den abgesteckten Pfad bedeckt, oder wohl gar heftig darüber strömt, muss der Leinenzug an einer höhern Uferstelle ausgeführt werden. Ausserdem bietet sich häufig noch andre Gelegenheit dar, die Uferbesitzer zufrieden zu stellen. Dieses geschieht nicht sowohl durch Geld, als vielmehr durch Unterstützung beim Uferbau, bei Unterhaltung von Brücken, welche für den Leinenzug mit benutzt werden, und besonders dadurch, dass man einzelne Stellen des Leinpfades, die besonders tief ausgetreten sind, wieder erhöht und ausgleicht.

Wenn ein ausgebauter Leinpfad etwas entfernt vom Strome liegt, so ist man häufig gezwungen, noch einen zweiten dicht neben dem Flussbette, oder den sogenannten Sommer-Leinpfad einzurichten, der beim kleinsten Wasser benutzt wird. Ein solcher erfordert gemeinhin wenig Vorbereitung, und die einzigen Anlagen, welche dabei vorkommen, bestehn in den Zu- und Abgängen zum Hauptleinpfade, die man Ab- und Auftritte zu nennen pflegt.

Eine zweite Veranlassung zum Ausbau der Leinpfade geben *hohe und steile Ufer*, und zwar nicht nur in Gebirgs-Gegenden, sondern sehr häufig auch im flachen Lande. Die ermittelte Höhe der Leinpfade bezeichnet nur die untere Grenze derselben, sie können unbedenklich etwas höher sein. Es ist jedoch als grosse Unbequemlichkeit anzusehn, wenn sie in bedeutender Höhe, also etwa 20 Fuss oder noch höher über dem Wasserspiegel liegen. Ausserdem muss es sorgfältig vermieden werden, dass die Pferde, während sie einen starken Zug ausüben, zugleich steil ansteigen. In der Richtung, in welcher die Pferde ziehn, dürfen daher keine starken Steigungen vorkommen, oder der Pfad muss sich stromaufwärts immer sanft erheben, während er ohne Nachtheil in derselben Richtung ziemlich steil abfallen darf. Diese Umstände machen schon häufig den Ausbau eines Leinpfades nothwendig, aber wenn auch ein Ufer in mässiger Höhe und ziemlich eben sich neben dem Strome hinzieht, so kann man dasselbe dennoch zuweilen nicht zum Leinenzuge benutzen, weil die Einrisse darin sich soweit landwärts erstrecken, dass die Pferde, um bei diesen vorbeizukommen, sich zu weit vom Strome entfernen müssten. Absätze in dem Ufer, die ihrer Höhe nach vielleicht für den Leinenzug noch brauchbar wären, sind aber gemeinhin ohne vollständigen Ausbau nicht zu benutzen, weil sie untereinander nicht im Zusammenhange stehn, oder auch weil sie zu schmal sind, oder stromaufwärts zu stark ansteigen, als dass die Pferde mit Sicherheit darauf gehn könnten.

Am Fusse hoher Ufer bildet sich gewöhnlich durch die abgestürzten Fels- oder Erdmassen eine flache Dossirung, die, so lange der Ausbau nicht erfolgt ist, bei allen Wasserständen als Leinpfad benutzt wird. Die Schwierigkeiten pflegen hierbei indessen sehr gross zu sein, da der Pfad höchst uneben, nach dem Strome stark geneigt, oft mit Steinblöcken gesperrt und gewöhnlich stellenweise, wo Quellen hervorbrechen, sehr sumpfig ist. Dazu kommt noch, dass einzelne vortretende Ufer-Ecken oft nur mit der grössten Gefahr passirt werden können.

In allen Fällen dieser Art ist der *Ausbau des Leinpfades* dringend nöthig. Man legt ihn gemeinhin in diejenige Höhe, welche durch die angegebene Untersuchung als die passende ermittelt ist. Eine mässige Erhebung darüber würde zwar

an sich ohne Nachtheil sein, aber dadurch entfernt man eines Theils den Leinpfad vom Fahrwasser, und andern Theils wird der Uebergang über die Schluchten oder die Mündungen der Seitenzuflüsse in der Regel erschwert, und im Allgemeinen vergrössert sich diese Schwierigkeit mit der zunehmenden Höhe, in welcher man die Einrisse überschreiten will. Nur in dem Falle, dass in geringer Entfernung ein breites und flaches Banket oder vielleicht auch das Plateau des Ufers sich vorfindet, benutzt man dieses.

Gewöhnlich erhält der Leinpfad unter solchen Verhältnissen die erforderliche Breite dadurch, dass man ihn zur Hälfte in das Ufer einschneidet, und die andre Hälfte aus dem dadurch gewonnenen Material bildet. Letzteres ist aber dem Angriffe des Stromes blossgestellt, und würde sonach sogleich wieder fortgespült werden, wenn man es unbefestigt liegen liesse. Aus diesem Grunde ist man immer gezwungen, die Leinpfadsdossirung gleich als Uferdeckungen zu behandeln, und sie entweder zu bepflanzen, oder wo ein starker Angriff des Stromes zu besorgen ist, mit einer Steindecke oder trocknen Mauer zu schützen. Im letzten Falle wird der Bau besonders kostbar, selbst wenn das Steinmaterial in unmittelbarer Nähe gewonnen wird, aber gemeinhin ist der Bau unter diesen Umständen auch am dringendsten, und er pflegt alsdann noch den grossen Vortheil zu gewähren, dass er zugleich eine nothdürftige Verbindung zwischen den einzelnen Ortschaften im Flussthale darstellt. Im Allgemeinen ist hierbei noch darauf aufmerksam zu machen, dass man, so viel es irgend geschehn kann, solche Leinpfadsstrecken, die zugleich künstliche Ufer bilden, in regelmässigen Curven ziehn und scharfe Ecken darin vermeiden muss.

Endlich wird der Ausbau eines Leinpfades häufig noch dadurch veranlasst, dass das Ufer sehr **sumpfig** ist und die Pferde beim Betreten desselben tief versinken. Erhöhungen pflegen in diesem Falle wenig zu helfen, weil sie den Abfluss des Wassers noch mehr sperren und sonach der neue Damm bald wieder durchnässt wird, und seine Festigkeit verliert. Die Anlage einer Brücke oder wenigstens eines Sicker-Kanales muss daher mit der Dammschüttung verbunden werden. Einfacher ist es jedoch in vielen Fällen, nur für die Befestigung des Grundes zu sorgen, und ein Steinbette anzubringen, worüber der Leinpfad

t wird. An denjenigen Stellen aber, wo man das ier den Leinpfad leiten will, werden gepflasterte Mulgt.

eser Gelegenheit sind die **Beschädigungen** zu erelche die Leinpfade durch das Hochwasser erleiden. mit der Wiesenfläche in gleicher Höhe, so pflegen die ngen nicht bedeutend zu sein: es geschieht indessen er Pfad tief ausgetreten wird, und da er mit dem Strome richtet ist, so bildet sich in ihm eine heftige Strömung, häufig stark ausreisst. Am meisten wiederholt sich nn er an beiden Seiten durch Weidengebüsch eingest, welches eine fortwährende Erhöhung des Grundes während er selbst seine ursprüngliche Höhe behält bald eine tiefe Furche bildet, die sich zur Zeit des rs in einen Kanal verwandelt, den der Strom noch tieft. Die Ausfüllung mit Sand und selbst mit grobem ganz erfolglos, in sofern sie immer von Neuem ausge-. Man muss vielmehr durch sehr solide Befestigung tellen den Strom zu brechen suchen. Man pflastert ständen von einigen Ruthen erhöhte Schwellen quer Leinpfad, oder was noch besser und gemeinhin viel ist, man zieht in geringem Abstande niedrige Flechturch, welche bei der spätern Anfüllung der ganzen Kies soweit überschüttet werden, dass sie das Gehen nicht hindern.

reite der Leinpfade wird gemeinhin zu 12 Fuss n. Bei kleinen Strömen, wo die Schiffe nur durch gezogen werden, und zugleich die Strömung schwach · Leinpfad sehr nahe am Fahrwasser liegt, kann die Zweifel noch geringer sein, und vielleicht auf die ucirt werden. Andrerseits ist aber die angegebene starker Bespannung und im heftigen Strome noch keinügend. Sobald die Pferde einen kräftigen Zug ausn, stellen sie sich jedesmal in die Richtung der Leine indem sie den Leinpfad verfolgen müssen, zur Seite, Traversiren. Sind daher an die einzelne Leine mehr ferde gespannt, so reichen sie weit über den Pfad von Breite heraus. Die Rheinstrasse im Coblenzer Regie-

rungs-Bezirke, die theilweise zugleich Leinpfad ist, wird nicht selten durch die Leinpferde so vollständig gesperrt, dass die Fuhrwerke warten müssen, bis der Zug die Chaussee verlassen hat.

Manchen Schwierigkeiten in der Einrichtung der Leinpfade würde man mit Leichtigkeit begegnen, wenn man beliebig, so oft man wollte, von einem Ufer auf das andre übergehn dürfte. Dieses verbietet sich indessen gemeinhin schon dadurch, dass die Servitut nur auf einem Ufer haftet, ausserdem ist aber das Uebersetzen der Leinpferde, oder das sogenannte **Ueberschlagen** oder **Sprengen** so mühsam und zeitraubend, dass es soviel wie möglich vermieden werden muss. Häufig liegt einem Leinpfadbau keine andre Absicht zum Grunde, als einen Theil der bestehenden Ueberschläge entbehrlich zu machen. Wenn die Pferde an das andre Ufer gebracht werden sollen, muss man das Schiff vor Anker legen, die Leine einholen, die Pferde herüberschaffen, alsdann mit dem Nachen, worin die Leine liegt, bis zu der Stelle herauffahren, wo die Pferde wieder vorgespannt werden sollen, ferner die Leine ans Ufer geben und deren andres Ende nach dem Schiffe bringen, endlich sie aufs Neue im Maste einscheeren und die Anker lichten. Selbst auf kleinen Strömen verursacht ein Ueberschlag den Zeitaufwand von etwa zwei Stunden, am Rhein dauert es aber jedesmal wenigstens vier Stunden, bis das Schiff wieder in Fahrt kommt, wiewohl dabei jedesmal eine Fähranstalt oder eine Brücke zum Herüberschaffen der Pferde benutzt wird, weil der Schiffer die dazu erforderlichen Nachen nicht mit sich führt. Nur auf der Ems, wo die Strömung sehr mässig ist, wird das Pferd in demselben Schiffe, welches es zieht, so oft es nöthig ist, übergesetzt. Das Schiff, Pünte genannt, ist zu diesem Zwecke vorn nicht zugespitzt, sondern wie eine gewöhnliche Fähre stark verbreitet, und mit einer Brücke versehn, auf welche das Pferd hinauf springt, sobald es an das andre Ufer gebracht werden soll.

Damit der Leinenzug nicht behindert werde, muss der Raum **zwischen dem Strome und dem Leinpfade** frei bleiben. Es genügt aber keineswegs, dass hier nicht etwa Bäume u. dgl. vorkommen, sondern es dürfen auch keine niedrigen Gegenstände sich daselbst befinden, woran die Leine hängen bleiben könnte. Letztere fällt nämlich der Spannung ohnerachtet ver-

ihres Gewichtes hinter den Pferden auf den Boden, und über denselben fort. Sie bleibt sonach an jedem Steine, ...he u. dgl. hängen, wenn sie nicht vielleicht herüber-...pfen kann. Um letzteres zu befördern, werden vielfach die ...annten Streichhölzer oder Streichbäume angebracht, ... Anordnung ohne weitere Beschreibung sich aus Fig. 246 ...af. LV ergiebt. Dieselben dürfen namentlich vor allen Zäu- ... Geländern u. dgl. nicht fehlen, damit die Leine immer von ...t sich auf diese heraufziehn kann. Nichtsdesto weniger ...gt diese Vorsicht in vielen Fällen noch nicht, um die Leine ...u erhalten, da sie häufig an Wurzeln, selbst an Unebenheiten ...asen u. dgl. haftet. Zuweilen muss daher ein Arbeiter hinter ... Pferdezuge gehn, um überall, wo es nöthig ist, die Leine zu machen. Besonders muss derselbe die leichten Thore in Zäunen, welche zur Begrenzung der Viehweiden dienen, öff- und wieder schliessen und dafür sorgen, dass die Leine auch nicht hängen bleibe.

Die Beschädigungen, welche die Leine durch das Strei- über den Boden verursacht, sind ausserordentlich gross. Eine ...nutzung des Vorlandes zum Gartenbau oder zur Gewinnung von ...ldfrüchten wird beinahe unmöglich, nur wenn der Leinpfad ...deutend höher ist, kann man bei geringer Breite eines davor ...genden Gartens diesen durch einen Streichbaum schützen, der ...ch über seine ganze Länge hinzieht. Dergleichen Culturen ...nmittelbar neben dem Strome werden indessen wegen der Auf-...ockerung des Grundes oft sehr nachtheilig, auch kommen sie nur selten vor. Gemeinhin wird der Uferrand als Weide oder Wiese benutzt, doch auch auf die Grasnarbe übt der Leinenzug einen sehr nachtheiligen Einfluss. Die Leine verhindert nämlich nicht nur bei frequenter Schiffahrt die Bildung des neuen Rasens, sondern selbst wo ein solcher besteht, zerstört sie ihn. Besonders zeigt sich dieses auf höhern und etwas sandigen Ufern, wo der Graswuchs durch die Trockenheit des Bodens schon an sich erschwert ist, und daher einer besondern Schonung bedarf. Solche Ufer sind aber vorzugsweise dem Angriffe des Stromes ausgesetzt: sobald sie abbrechen, legt man den Leinpfad zurück, und in kurzer Zeit zerstört die Leine auch hier den Rasen und schneidet stellenweise tiefe Rinnen in den Boden ein, wodurch der fernere

Abbruch des Ufers wieder verstärkt wird. In solchen Fälle ohne Zweifel das Leinpfads-Servitut am drückendsten, ind nicht nur jede Benutzung des Bodens verbietet, sondern a dem auch wesentlich den Abbruch befördert.

Auch das Bepflanzen des Vorlandes mit Weidenst wird durch den Leinenzug sehr erschwert: namentlich die Stecklinge, ehe sie angewachsen sind, durch die darüber fende Leine. Eine grosse Anzahl derselben wird herausge oder abgebrochen, sowie auch die Triebe im ersten Ent häufig abbrechen. Man muss daher eine ununterbrochene L von Streichhölzern darüber anbringen, wobei jedoch häufi schädigungen auch wohl Entwendungen vorkommen, und der Zweck keineswegs sicher erreicht wird. Zuweilen gräb in geringen Entfernungen von einander starke Zweige schräge in den Boden ein, welche in ähnlicher Weise, w lebendige höhere Weidengebüsch, sich zwar unter dem G der Leine biegen, aber dieselbe doch tragen und ihr Hera auf den Boden verhindern. Auch geschieht es, dass man Faschinen in ähnlicher Art mit dem Stammende in den befestigt, aber jedenfalls müssen diese eben sowohl wie zelnen Zweige so nahe nebeneinander stehn, dass sie sich seitig unterstützen und das Herabfallen der Leine bis neue Pflanzung überall sicher verhindern. Solche Anla den besonders stark beschädigt, wenn auch für die Thal weilen der Leinenzug ausgeübt wird, indem die Leine wegen der entgegengesetzten Richtung überall hängen b alle Schutzvorrichtungen herausreisst. Dieses geschieht jedenfalls nur selten, und da es zweifelhaft ist, ob die dazu im Leinpfads-Servitut begründet ist, so muss de darauf gefasst sein, den verursachten Schaden zu erset bald die Pflanzungen angewachsen sind, vertreten die Weidenruthen die Stelle jener künstlichen Vorrichtung übrigens günstigen Umständen kann man das Uebers Leinen nicht mehr als nachtheilig ansehn, wiewohl a in Folge des immer in derselben Richtung wiederholten sich stromaufwärts zu neigen pflegen. Will man die P aber abtreiben, so muss man in geringen Entfernungen Büschel stehen lassen, welche den jüngern Aufschlag de

/enn der Leinpfad neben einer Serpentine auf dem conve-
fer liegt, so ist der Zug schon wegen der Entfernung vom
asser und der schrägen Richtung der Leine sehr erschwert,
t dabei aber häufig auch noch der Uebelstand ein, dass
wegen der heftigen Strömung an einzelnen Stellen die Leine
gehörig verkürzen kann, und dieselbe sonach eine noch
heiligere Richtung annimmt, indem sie über das Ufer und
über den Leinpfad zurückschlägt, wie Fig. 247 zeigt. Die
ge Richtung der Leine ist indessen hierbei keineswegs der
e Uebelstand, auch die Pferde sind gezwungen, sich ganz
ge gegen den Leinpfad zu stellen, und können daher nur
grosser Anstrengung weiter kommen. Endlich aber verur-
t die Leine, in sofern sie in grosser Länge auf dem Ufer
t, schon hier eine übermässige Reibung, wodurch der erfor-
che Zug aufs Neue zunimmt. In solchen Fällen wird die Berg-
t wesentlich erleichtert, wenn man an den vorspringenden
recken, und zwar an der innern Seite des Leinpfades, gewisse
richtungen aufstellt, woran die Leine hängen bleibt und sonach
e durch die punktirte Linie in der Figur angegebene Richtung
nehmen muss. Man überzeugt sich leicht, dass die erwähnten
Jebelstände hierdurch wesentlich vermindert werden. Schon ein
Baumstamm oder ein Pfahl, der die Leine zurückhält, ist von
grossem Nutzen, die Leine bildet aber bald darin tiefe Furchen
und schneidet ihn in einigen Jahren vollständig durch, während
sie selbst dabei in gleichem Maasse leidet. Durch Aufnageln
von Eisenschienen wird dieses keineswegs verhindert, denn auch
m Eisen bilden sich bald tiefe Rinnen. Dieselben zeigen sich
zwar so vollständig polirt, dass die Leine darin nicht viel leiden
kann, aber indem die Furchen immer tiefer werden, so muss man
dafür sorgen, dass die Schiene nicht ganz durchschnitten wird.

Ohne Zweifel ist es am vortheilhaftesten, statt der festste-
henden Pfähle bewegliche Rollen anzubringen, die man Leitrol-
en nennt. Sie müssen zunächst die Einrichtung haben, dass
die Leine sich von selbst auf sie auflegt und nicht etwa unter
der Rolle die eiserne Axe oder die Pfanne trifft, worin die letztere
sich dreht. Man stellt zu diesem Zwecke einen schrägen Pfahl
davor, der mit einer Eisenschiene versehn ist. Zuweilen giebt
man der Rolle auch einen vorstehenden Rand am unteren Ende,

was jedoch nicht nöthig ist, sobald der schräge Pfahl hinreichend vor die Rolle vortritt. Eine grosse Höhe der Rolle ist gemeinhin nicht nothwendig, denn sobald das Schiff so nahe gekommen ist, dass die Leine sich merklich über den Boden erhebt, so ist der Zweck der ganzen Vorrichtung bereits erfüllt und die Leine kann sich selbst überlassen bleiben. Gemeinhin genügt daher eine Höhe von etwa 4 Fuss schon vollständig. Bei dieser geringen Länge ist die Rolle auch weniger der Gefahr ausgesetzt, sich zu werfen, was bei einer langen Rolle fast jedesmal eintritt. Sobald sie sich aber wirft oder krümmt, so hört ihre Beweglichkeit auf, weil der starke Seitendruck der Leine sie in derjenigen Stellung festhält, wobei die Leine sich am meisten der geraden Richtung nähern kann. Auch die Festigkeit der ganzen Vorrichtung wird um so grösser, je niedriger sie ist. Endlich ist noch dafür zu sorgen, dass die Leine, wenn sie oben abgleitet, nicht etwa die eiserne Axe oder die Büchse trifft, worin diese steckt. Man muss also die letztern Theile möglichst nahe über der obern Fläche der Rolle halten oder sie aufs Neue durch ein Streichholz schützen. Die in Fig. 248 in der Seitenansicht und im Grundrisse dargestellte Anordnung dürfte allen Anforderungen am vollständigsten entsprechen, und zugleich die nöthige Festigkeit und Einfachheit in der ganzen Zusammensetzung haben. Es ist dabei nur zu bemerken, dass die Stärke der Rolle nicht weniger als etwa 8 oder 9 Zoll betragen darf, weil diese sich sonst zu leicht krümmen würde.

Vor bedeutenden Handelsplätzen wird der Leinenzug gemeinhin durch das Werft unterbrochen, woselbst die Schiffe anlegen, und ausgeladen oder befrachtet werden. Wenn das Schiff durch die Pferde auch nicht bis unmittelbar vor das Werft gezogen werden kann, so ist es doch immer sehr wichtig, dasselbe soweit zu bringen, als irgend möglich. Zu diesem Zwecke pflegt man an der Stelle, wo der Leinenzug aufhört, eine Leitrolle anzubringen, über welche die Leine geschlungen wird, so dass die Pferde auf dem Leinpfade wieder zurückgehn, während sie das Schiff noch bis zur Rolle heraufziehn. Eine solche Rolle unterscheidet sich jedoch von der oben beschriebenen dadurch, dass sie 1 bis 2 Fuss im Durchmesser hält und nur etwa 1 Fuss hoch ist. Sie ruht auf einem Pfahlkopfe und wird rückwärts (also in der Richtung des Stromes) durch hölzerne oder eiserne Streben gestützt,

lche den obern Zapfen umfassen. Zuweilen besteht die Rolle einer gewöhnlichen grossen Scheibe, die sich um eine starke serne Axe dreht, welche nur im Pfahlkopfe befestigt ist. Das flegen der Leine geschieht dabei aus freier Hand. Wenn das hiff, welches herauf gezogen wird, nur an einer Leine befestigt ist, so ist das Umlegen derselben um die Rolle schwierig, eil die Pferde während dieser Zeit im Zuge bleiben müssen. Veit bequemer ist es, wenn die Pferde in zwei Gruppen und an wei Zugleinen gespannt sind. Sobald die vordern Pferde bei er Rolle vorbeigegangen sind, hält man die hintern an, und ährend letztere allein das Schiff halten müssen, führt man die rsteren um die Rolle herum, so dass sie verkehrt oder stromabwärts gerichtet stehen. Alsdann lässt man alle Pferde wieder anziehn, bis auch die hintern bei der Rolle vorbeigegangen sind, worauf wieder das vordere Gespann allein das Schiff halten muss und das hintere um die Rolle geführt wird. Ist dieses geschehn, so üben wieder alle Pferde den Zug aus, indem sie auf dem Leinpfade zurück gehn.

An manchen Stellen des Leinpfades müssen die Pferde einen besonders starken Zug ausüben und namentlich geschieht dieses, wenn der Strom sehr heftig, oder ein starkes Gefälle zu überwinden ist. Hierbei tritt leicht für die Pferde eine grosse Gefahr ein, und es gehört keineswegs zu den seltenen Erscheinungen, dass sie durch die Leine herabgerissen werden und im Strome ertrinken. Um dieses zu verhindern, werden an denjenigen Stellen, wo eine solche Gefahr zu besorgen ist, zur Seite des Leinpfades oder in demselben gewisse Vorrichtungen zum Befestigen der Leine angebracht. So findet man an der Donau neben den wildesten Stromstrecken Ringe zur Seite des Leinpfades, und sobald der Treiber bemerkt, dass die Kraft der Pferde erschöpft ist, so zieht er das vordere Ende der Leine, welches zu diesem Zwecke frei bleibt, durch einen Ring und knüpft es darin fest. Die Pferde dürfen alsdann zurücktreten, indem das Schiff schon durch den Ring hinreichend gehalten wird, bis die Pferde wieder mit frischer Kraft anziehn können.

Auch in andern Fällen wird dem Schiffer eine grosse Bequemlichkeit geboten, wenn neben dem Leinpfade Gegenstände vorhanden sind, an welche er die Schiffe befestigen kann, ohne

vor Anker gehn zu dürfen. Hierzu eignen sich vorzugsweise die Schiffshalter oder die kurzen Pfähle, die zu diesem Zweck an dem Ufer aufgestellt werden. Besonders dürfen solche nicht fehlen, wo die zu Berg fahrenden Schiffe regelmässig zu halten pflegen, also namentlich neben grossen Städten.

Bei der Einrichtung des Leinpfades ist es immer wesentliche Bedingung, jede Unterbrechung desselben zu vermeiden. Am schwierigsten wird dieses vor den Mündungen der Nebenflüsse und Bäche, die sich in den Hauptstrom ergiessen. Die Untiefen vor den Mündungen derselben pflegen zur Zeit des kleinen Wassers einen bequemen Durchgang zu gestatten, aber bei den höhern noch schiffbaren Wasserständen wird der Uebergang oft gefährlich oder ganz unmöglich. Wenn sonach keine Leinpfads-Brücken erbaut sind, so muss in diesem Falle das Schiff, nachdem es bis gegen die Mündung des Baches gezogen ist, vor Anker gelegt werden. Man führt alsdann die Pferde zur Seite des Baches bis zu einer Brücke oder bis zu einer Stelle, wo ein gefahrloser Durchgang möglich ist, und lässt sie alsdann am andern Ufer des Baches wieder bis zum Strome zurückgehn. Es darf kaum erwähnt werden, welcher lästige Aufenthalt hierdurch veranlasst wird, namentlich wenn die nächsten Brücken über die Bäche, wie oft der Fall ist, erst in der Entfernung von einer halben oder ganzen Meile zu finden sind. Dazu kommt aber noch, dass die Besitzer der Wiesen und Felder neben dem Bache, wo natürlich das Leinpfads-Servitut nicht Anwendung findet, das Uebertreiben der Pferde nur gegen willkührlich auferlegte Taxe gestatten, und oft sogar zur Pfändung schreiten. Die Leinpfads-Brücken sind daher als wesentliche Theile eines gehörig eingerichteten Leinpfades anzusehn und Seitens der Preussischen Regierung sind sie an allen Strömen in der Rheinprovinz und Westphalen vollständig eingerichtet.

Die Erbauung der Leinpfads-Brücken bietet häufig grosse Schwierigkeiten, und namentlich wenn die Bach- oder Flussmündungen, wie gewöhnlich, schon in dem eigentlichen Stromthale überschritten werden müssen, indem das höhere Ufer zu weit zurückliegt, als dass es noch für den Leinenzug benutzt werden könnte. Man darf alsdann die beiderseitigen Rampen, welche zur Brücke führen, nicht über das höchste Wasser erheben, und

nach kann die Brücke selbst keine wasserfreie Höhe erhalten. denfalls würde ein solcher Bau, abgesehn von seinen sonstigen chtheiligen Wirkungen, auch überaus kostbar ausfallen. Es eibt sonach nur die Wahl, die Brücke entweder so zu befestigen, ss sie auch bei der Ueberfluthung nicht fortschwimmt, oder sie solcher Weise anzuordnen, dass sie bei jedem Hochwasser rtgenommen werden kann. Beides geschieht zuweilen. Der erste all ist der gewöhnliche: die Brücken sind alsdann theils massiv, eils in Holz erbaut, ihre Theile werden aber durch Eisen fest erbunden, so dass die Pfähle den ganzen Oberbau halten. Die rücke muss aber in diesem Falle eine geschützte Lage haben, nd wenigstens von dem Eisgange nicht stark getroffen werden. Wenn man andrerseits die Brücken zur Zeit des Hochwassers ntragen will, so pflegt man wohl statt der Mitteljoche nur lose Böcke in den Fluss oder Bach zu stellen, deren Füsse auf Schwellen ruhen. Die Ausgleichung des Grundes, die ihrer Aufstellung jedesmal, und zwar noch während der Dauer des Hochwassers vorangehn muss, ist indessen so schwierig und unsicher, dass man diese Methode jedesmal bald zu verlassen pflegt, und lieber feste Joche aus eingerammten Pfählen wählt, wenn dieselben auch häufig zerstört werden. An solchen Stellen, wo der Eisgang besonders heftig ist, und jede Anlage dieser Art verbietet, gewährt die Anlage einer Schiffbrücke noch das bequemste Auskunftsmittel. Eine solche kann indessen nicht füglich ohne Aufsicht bleiben, da ihre Aufstellung bei jeder Aenderung des Wasserstandes auch verändert werden muss. Man kann dieselbe daher nur in der Nähe von bewohnten Orten einrichten.

Alle erwähnten Brücken-Anlagen werden wesentlich dadurch erleichtert, dass keine schweren Lasten darüber gehn, und sonach eine viel einfachere Constructions-Art dabei gewählt werden darf, als sonst erforderlich ist. Wenn die Brücke nahe in der Richtung der Leine liegt, so dass die Pferde keine schräge Stellung annehmen dürfen, so darf ihre Breite auch sehr mässig bleiben, und zwei oder drei Brückenbalken pflegen zu genügen, die mit Rücksicht auf die erwähnte leichte Construction ohne Nachtheil 24 Fuss, auch wohl bis 30 Fuss frei liegen.

Die Schwierigkeiten der Brücken-Anlage vermehren sich aber in hohem Grade, wenn der Seitenfluss schiffbar ist, oder seine

Mündung zur Zeit des Hochwassers als Sicherheitshafen für Schiffe dient, oder wenn der Leinpfad vor einem Hafen liegt und über dessen Mündung geführt werden muss. Die meisten Arten der beweglichen Brücken verbieten sich in diesem Falle. Wegen der geringen Höhe darf man keine Klappen anbringen, deren Gegengewichte durch die Verlängerungen der Klappbalken gebildet werden. Die Zugbrücken mit Portalen und Zuggattern sind hier gleichfalls unbrauchbar, weil das Hochwasser sie zerstören würde. Die Benutzung derselben als Leinpfads-Brücken wäre bei der gewöhnlichen Anordnung auch in sofern unmöglich, als die Führung der Leine durch das Portal und die Hängeketten der Klappe unterbrochen werden würde. Diesen letzten Uebelstand vermeidet man aber auf den Kanälen in Holland dadurch, dass man die Klappe nur an eine Kette hängt, nämlich an der vom Strome oder Kanale abgekehrten Seite. Alsdann verwandelt sich das Gatter in einen einzigen Balken, und das Portal in einen Ständer. Auf diese Art wird die Brücke auf der dem Strome zugekehrten Seite ganz frei, und der Leinenzug kann ohne alle Störung darüber ausgeübt werden. Die Klappe ist freilich, wenn sie gehoben wird, sehr unsymmetrisch unterstützt: wenn sie aber an sich leicht und dabei doch fest construirt ist, so leidet sie während der kurzen Dauer des Hebens und Herablassens nicht bedeutend. Nichts desto weniger ist neben grösseren Strömen diese Anordnung schon aus dem ersten Grunde nicht ausführbar, und es bleibt sonach in diesem Falle nur noch die Wahl zwischen der Dreh- und Rollbrücke. Die erstere verdient in jeder Beziehung den Vorzug, und bei der mässigen Stärke, die sie als Leinpfadsbrücke nur zu haben braucht, wäre sie gewiss in vielen Fällen mit wenigen Kosten darzustellen, aber immer müsste noch für ihre Sicherstellung während des Hochwassers und Eisganges gesorgt werden. Die Rollbrücken kommen überhaupt nur selten vor und sind im Allgemeinen gewiss nicht zu empfehlen.

Ein Auskunftsmittel bietet in diesem Falle noch die Einrichtung einer Fähre statt der Leinpfadsbrücke. Eine Unterbrechung des Leinenzuges ist dabei freilich nicht zu vermeiden, denn das Schiff muss geankert oder an das Ufer befestigt werden, während die Pferde übersetzen: der Aufenthalt pflegt sich indessen doch nur auf eine sehr kurze Zeit zu beschränken. Man

bei solchen Fähren zuweilen die Einrichtung getroffen, dass kein Fährmann dabei nöthig ist, und der Pferdetreiber selbst sie jedesmal an die Seite hinziehn kann, wo er sich befindet. Der Mangel an Ordnungsliebe bei dieser Klasse von Leuten verbietet indessen in den meisten Fällen eine solche Anordnung, und sonach darf man wohl nicht leicht eine Leinpfadsfähre anlegen, ohne zugleich einen Fährmann anzustellen.

Eine Unterbrechung des Leinpfades wird zuweilen dadurch veranlasst, dass Häuser, Gärten und andere Anlagen sich bis zum Ufer hinziehn. Gemeinhin bestehn dergleichen Verhältnisse seit so langer Zeit, dass der Besitzstand durch Verjährung gesetzlich anerkannt ist, und es bleibt alsdann nur übrig, durch Ankauf des erforderlichen Terrains oder durch Ausbau eines Leinpfades im Strome selbst die Unterbrechung zu beseitigen. Auf den sämmtlichen Preussischen Strömen, wo ein regelmässiger Leinenzug besteht, ist dieses beinahe vollständig, und zwar grossentheils mit sehr bedeutenden Kosten geschehn, so dass gegenwärtig mit wenigen Ausnahmen der Leinenzug ohne Unterbrechung vor allen Dörfern und Städten ausgeübt werden kann. An den grössten Handelsplätzen ist solche Unterbrechung jedoch unvermeidlich, sie wird auch schon wegen des Anlegens der Schiffe nothwendig: vor kleinern Städten ist sie aber nicht statthaft, und man hat bei uns die bedeutendsten Geldopfer nicht gescheut, um sie aufzuheben.

Die Grundbesitzer wünschen zuweilen grosse Gebäude recht nahe an den Strom zu stellen. Wenn es auch die Pflicht des Baubeamten ist, jede Privat-Industrie möglichst wenig zu stören, so ist es andrerseits doch dringend nöthig, dass dergleichen untergeordnete Zwecke den allgemeinen Verkehr nicht behindern. Dieses geschieht in solchem Falle leicht, wenn der davor noch bestehende Leinpfad zerstört wird, und vielleicht die Regulirung des Stromes eine Zurücklegung desselben bedingt, oder aber wenn eine Verlegung des Leinpfades von einem Ufer auf das andre später als nothwendig sich herausstellen sollte. Es ist sonach in allen Fällen am gerathensten, dafür zu sorgen, dass beide Ufer, also auch dasjenige, wo der Leinpfad nicht liegt, frei bleiben. Die Französische Gesetzgebung verlangt dieses ausdrücklich.

man auch eine gehörig breite und tiefe Stelle des Stromes ausgesucht hat, dennoch durch den Anker nicht daselbst gehalten, sondern auf Untiefen geschoben wird, die weiter abwärts liegen.

Hiervon abgesehn ist das Ankern im Strome, selbst unter günstigen Umständen, gemeinhin ein mühsames und zeitraubendes Manöver. In welcher Art es ausgeführt wird, ist bereits früher beschrieben (§. 95) und zugleich nachgewiesen, dass jedes zu Thal fahrende Schiff dabei gegen den Strom gewendet werden muss. Während der Bergfahrt unterbleibt dieses zwar, dafür tritt aber die Schwierigkeit ein, dass das Schiff weit vom Leinpfade abscheeren muss, um das Fahrwasser nicht zu sperren, während es vor Anker liegt. Endlich erfordert auch das Heben des Ankers eine grosse Anstrengung der Mannschaft, und eben so mühsam ist es oft, das Schiff demnächst wieder in das Fahrwasser zu bringen, besonders wenn es in der Thalfahrt begriffen ist.

Zuweilen wird der Anker auch in andrer Art benutzt: man bringt ihn nämlich auf das Ufer und lässt ihn, indem er nicht sogleich in den Boden eindringen kann, wie eine Pflugschaar wirken. Ein Mann drückt den obern Arm desselben herab, während das Schiff den Anker stromabwärts zieht, und so schneidet dieser eine Furche ein, die immer tiefer wird, bis zuletzt, nachdem die Geschwindigkeit des Schiffes sich gemässigt hat, der Widerstand im Boden hinreichend gross wird, um ein weiteres Herabtreiben zu verhindern. Das Ufer wird aber hierdurch sehr stark beschädigt, und dieses ist um so nachtheiliger, als die Zerstörung der festen Grasnarbe leicht zu Uferbrüchen während des Hochwassers Veranlassung geben kann. Das *Aussetzen der Anker* auf die Ufer ist daher gemeinhin polizeilich verboten, und jedenfalls ist der Schiffer verpflichtet, den verursachten Schaden zu vergüten.

Mit dem Leinpfade verhält es sich ebenso, wie mit den Ufer, man pflegt indessen, wenn hier Beschädigungen auf solche Art verursacht sind, etwas weniger strenge gegen den Schiffer zu verfahren, sobald er nachweist, dass er zum Aussetzen des Ankers gezwungen war.

Die Veranlassung zum Anhalten der Schiffe wiederholt sich indessen mit wenigen Ausnahmen, die durch Zufälligkeiten herbeigeführt werden, grösstentheils an bestimmten Stellen des Stro-

nes, nämlich an denjenigen, wo die Schiffe entweder in Folge polizeilicher oder andrer Bestimmungen die Fahrt unterbrechen müssen, oder wo dieses nach der üblichen Einrichtung der Tagereisen, oder behufs der Fütterung der Leinpferde gleichfalls nothwendig ist. Die Plätze, wo Ladungen eingenommen und gelosst werden, gehören gleichfalls hierher, doch ist daselbst wohl jedesmal schon für das Anlegen der Schiffe gesorgt. Aber oberhalb und unterhalb der Stromschnellen, in welchen ein Begegnen nicht stattfinden darf, müssen die Schiffe auch vielfach warten und ebenso an denjenigen Stellen, wo eine Veränderung im Leinenzuge nöthig wird.

Man erleichtert die Schiffahrt nicht unbedeutend, und beugt zugleich vielfachen Beschädigungen des Leinpfades und Collisionen mit den Uferbesitzern vor, wenn man an allen Stellen dieser Art einen oder mehrere Schiffshalter anbringt. Die Kosten dafür sind bei der geringen Anzahl solcher Stellen im Vergleich zu den sonstigen Anlagen, die gleichfalls den Nutzen der Schiffahrt bezwecken, fast jedesmal höchst unbedeutend. Wenn man die Schiffer fragt, wo sie Schiffspfähle gesetzt wünschen, so bezeichnen sie gemeinhin eine so geringe Anzahl dieser Stellen, dass durchschnittlich kaum auf jede halbe Meile Stromlänge ein einziger trifft.

Der Schiffshalter erfüllt seinen Zweck schon vollständig, wenn er etwa 3 Fuss hoch über dem Boden vorragt, er steht auch um so sichrer und wird um so weniger von den Fange-Tauen umgerissen, je kleiner die Höhe ist, in welcher dieselben daran befestigt werden müssen. Der Eisgang beschädigt ihn gleichfalls nicht so leicht, wenn er recht niedrig ist.

Er besteht aus einem Stücke Rundholz und zwar gemeinhin wegen der längern Dauer aus hartem Holze. Das Stamm-Ende bildet seinen Kopf, und dieser wird halbkugelförmig ausgeschnitten, so wie auch das über dem Boden vorragende Ende cylindrisch geformt, oder wenigstens von allen scharfen Kanten befreit wird, durch welche das Tau beschädigt werden könnte. Am untern Ende versieht man ihn mit einer Spitze, wie einen Pfahl. Die Beischaffung und Aufstellung einer Ramme, würde die Kosten zu sehr vergrössern; man bedarf derselben aber auch nicht, wenn man zur Zeit eines niedrigen Wasserstandes ein Loch bis zum Grundwasser gräbt, und hierin den Pfahl mit der Spitze stellt.

Die Arbeiter fassen ihn alsdann, und neigen ihn abwechselnd hin und her, und rechts und links, wobei er selbst in festem Boden leicht noch einige Fuss tief eindringt. Sodann wird die ausgegrabene Erde wieder in das Loch geworfen, und mittelst Stampfen gehörig befestigt. Sehr vortheilhaft ist es aber an der stromabwärts gekehrten Seite, und zwar etwas schräge gegen das Ufer gerichtet, noch einen Riegel davor zu legen, wie Fig. 249 zeigt. Letzterer wird in solcher Höhe angebracht, dass er 6 bis 12 Zoll mit Erde bedeckt werden kann. Er bildet für den Schiffshalter eine sehr sichere Stütze.

Gewöhnlich stellt man die Schiffshalter dicht hinter den Leinpfad. Dieses ist auch ganz angemessen, in sofern sie hier ein hinreichend breites Ufer vor sich haben, und zugleich den Leinenzug nicht hindern. An den Holländischen Kanälen stehn die Schiffshalter gemeinhin an der äussern Seite des Leinpfades. Dabei ist aber für das leichte Uebergleiten der vorübergezogenen Leine durch ein kleines mit Streichhölzern versehenes Geländer gesorgt, wie Fig. 250 im Grundriss und in der Seiten-Ansicht zeigt. Die letzte Einrichtung gewährt noch den Vortheil, dass die Pferde nicht über die Längetaue der andern Schiffe gehn dürfen, welche stark beschädigt werden, so oft der hohe Stollen des Hufeisens zufällig darauf trifft. Damit aber der Leinenzug durch das an das Ufer gelegte Schiff nicht unterbrochen werde, muss der Mast des letzten niedergelegt sein, und gemeinhin ist es sogar nothwendig, die Leine über den Kopf des Steuerruders, sowie über die andern vorragenden Theile des Schiffes selbst oder der Ladung überzuheben.

Wo das Fahrwasser sehr enge, das Flussbette aber sehr breit ist, wird es oft schwer, das erstere sicher zu treffen und das Schiff durch die tiefste Rinne zu steuern. Besonders findet dieses statt, wenn das Fahrwasser vom Ufer entfernt liegt und die Strömung entweder sehr heftig oder so schwach ist, dass man an der Bewegung des Wassers die grössere Tiefe nicht deutlich unterscheiden kann. Solche Stromstellen werden gewöhnlich regulirt, wenn man aber, um dem Strome eine bestimmte Rinne anzuweisen, diese ausgebaggert hat, so ist deren Breite wenigstens anfangs so geringe, dass die erwähnte Schwierigkeit sich dadurch

vergrössert, und man das Fahrwasser durch Signale hnen muss. Dieses geschieht am einfachsten durch Zweige, e die Schiffer oft selbst in das Flussbette stecken. Man sie Baacken, sie sind aber wenig sicher und werden auch uthwilliger Weise verändert, woher sie nur als ein unzu- iches Auskunftsmittel angesehn werden können. Nicht viel r sind die schwimmenden Signale. Dieselben be- n aus Holz-Klötzen oder kleinen Tonnen, die mittelst Tauen teinen befestigt sind. Die Taue müssen aber so lang sein, die Signale bei etwas wachsendem Wasser noch an der fläche bleiben, und dieses giebt Veranlassung, dass sie bei em Wasser stark seitwärts treiben und sonach die Rinne swegs ganz sicher durch sie bezeichnet wird. Ausserdem en sie auch leicht entwendet, oder treiben von selbst fort, die Steine bleiben oft zum grossen Nachtheil der Schiffahrt ahrwasser liegen.

Wenn man eine schmale Rinne sicher bezeichnen will, so dieses nur durch Signale geschehn, die auf dem Ufer . Die Linie, welche man bezeichnet, ist jedesmal die Mit- ie oder die Axe der Rinne, diese muss aber gerade sein, sich durch angemessene Anordnung der Baggerung oder der igen Räumungen in der Ausdehnung der engsten Fahrrinne r erreichen lässt. Eine gerade Linie ist bekanntlich durch Punkte gegeben, wenn man aber, wie im vorliegenden Falle, ichres Urtheil darüber haben soll, ob man sich in dieser befindet, so müssen beide Signale auf einer Seite stehn. eschieht allerdings zuweilen, dass man ein Signal oberhalb das andere unterhalb der zu bezeichnenden Rinne aufstellt, nn kann der zwischen beiden befindliche Schiffer aber offenbar wissen, ob er sich in der Verbindungslinie befindet, oder ob chts oder links ausgewichen ist. Selbst wenn beide Signale iner Seite stehn, kann es noch zweifelhaft sein, ob man sich s oder links wenden muss, um in die bezeichnete Linie zu ien. Dieser Zweifel verschwindet erst, sobald man weiss, es das vordere und welches das hintere Signal ist. Dass ignale hoch und frei stehen müssen, um schon aus weiter gesehn zu werden, versteht sich von selbst: es ist aber zu erwähnen, dass jeder Schiffer, der einigermassen seine

Kunst versteht, eben so sicher nach Signalen steuert, die sich hinter dem Schiffe befinden, als nach solchen, die vor ihm stehn.

Damit die Signale sich nicht nur von andern Gegenständen, sondern auch unter einander unterscheiden, giebt man ihnen gemeinhin die Form von **einfachen Figuren**. Sie dürfen indessen keine volle Flächen bilden, weil sie alsdann dem Angriff des Windes und Sturmes zu sehr ausgesetzt sein würden. Hiernach setzt man sie aus etwas stärkeren Rahmen zusammen, welche mit Latten benagelt sind, so dass der grösste Theil der Fläche frei bleibt.

Fig. 251 zeigt beispielsweise eine Anordnung dieser Art. Beide Signale stellen gleichzeitige Dreiecke dar, das hintere hat die Spitze nach unten, das vordere nach oben gekehrt, und indem das letzte niedriger ist, so berühren sich die beiden Spitzen, sobald man sich in der Linie befindet, welche sie markiren. Wenn der Schiffer die Signale in der Stellung sieht, welche die Figur zeigt, so muss er nach der rechten Seite fahren, um in die passende Richtung zu kommen, weil das vordere Signal auf dieser Seite steht. Die Richtung wird aber durch die Berührung der beiden Dreiecke überaus scharf bezeichnet, woher beide Signale ziemlich nahe neben einander stehn können, und ihre gegenseitige **Entfernung** nur dem sechsten bis zehnten Theile der Entfernung von der Fahrrinne gleich zu sein braucht. Die Schärfe der Bezeichung vermindert sich indessen bedeutend, wenn die Spitzen der Dreiecke sich nicht nur berühren, sondern die eine Fläche in die andre hineintritt. Die **Höhe** der Signale muss daher auch in der Art abgemessen werden, dass die Verbindungslinie beider Spitzen in der Mitte der zu bezeichnenden schmalen Rinne ungefähr eben so hoch liegt, wie das Auge des Schiffers, der am Ruder steht. Will man diese Bedingung mit möglichster Schärfe erfüllen, so wird man noch auf den kleinsten Wasserstand und auf beladene Schiffe Rücksicht nehmen müssen, weil bei diesen ein recht scharfes Innehalten der Rinne am nothwendigsten ist.

Die **Farbe**, welche man den Signalen giebt, hängt von dem Hintergrunde ab: erscheinen sie von der Rinne aus gesehn vor einem dunkeln Walde, so wählt man am passendsten die weisse Farbe, wenn dagegen, wie gewöhnlich der Himmel den Hinter-

ildet, so eignet sich die rothe Farbe am besten für sie, ese bei den verschiedenen Beleuchtungen und selbst in der rung sich noch am meisten markirt. Endlich muss noch t werden, dass es zweckmässig ist, die Signale, welche die Rinne bezeichnen sollen, schon früher aufzustellen, ehe die Vertiefung oder Aufräumung beginnt, weil sie schon ei benutzt werden können, und man alsdann um so sicherer ist, die Mittellinie der Rinne wirklich beide Signale trifft. Im ssischen Rhein sind mehrere Rinnen auf ähnliche Art markirt die Zweckmässigkeit dieser Bezeichnung hat sich unverkennherausgestellt.

Ausser den erwähnten Signalen, welche die Lage und Richg des Fahrwassers angeben, müssen in manchen Fällen noch dre Zeichen vom Ufer aus gegeben werden, wodurch das Entgenkommen eines Schiffes u. dgl. bezeichnet wird. Diese Sigale werden indessen gemeinhin nur aus freier Hand mit einer leinen Flagge gegeben, ohne dass besondere Vorrichtungen dazu rforderlich sind. Man nennt aber die Person, welche Zeichen ieser Art giebt, die Wahrschau.

Wenn Brücken über den Strom führen, die nicht geöffnet verden können, so muss in dem Schiffe, welches eine solche assirt, jedesmal der Mast vorher niedergelegt und später vieder aufgestellt werden. Häufig sind die Schiffe mit Apparaten ersehn, wodurch dieses sicher und schnell ausgeführt werden kann. So befindet sich z. B. auf jedem Ruhr-Schiffe eine Winde, velche hierzu dient, und im Allgemeinen ist das Aufstellen und Niederlegen des Mastes leicht auszuführen, wenn der Mast hauptächlich nur zur Befestigung der Zugleine dient. Wenn dagegen lie Schiffe häufig segeln müssen, weil ein geregelter Leinenzug ntweder gar nicht existirt, oder stellenweise unterbrochen ist, so aben die Masten eine weit grössere Höhe und sind alsdann nur nit Mühe und mittelst besonderer Vorrichtungen einzustellen. Auf Flüssen und Strömen dieser Art pflegen daher sämmtliche Brücken, o weit es irgend zulässig ist, mit Klappen versehn zu sein, so lass die Masten wenigstens während der ganzen Bergfahrt stehn leiben. In grössern Handelsplätzen, wo die Fahrt begonnen, der beschlossen wird, ist es gewöhnlich nicht schwer, die Masten ufzustellen oder niederzulegen, denn wenn die Krahne daselbst

zu diesem Zwecke auch nicht brauchbar sein sollten, so kann man doch leicht an den Masten anderer Schiffe die Flaschenzüge befestigen, und dadurch das Aufstellen und Niederlegen bewirken. Wenn aber auf dem Wege selbst und zwar an einer Stelle, wo die Schiffe sich gewöhnlich nicht ansammeln, eine feste Brücke vorkommt, oder Verbindungen mit andern schiffbaren Gewässern liegen, die nur mit niedergelegten Masten befahren werden dürfen, wie dieses auf Kanälen gewöhnlich geschieht, so muss man sich zur Aufstellung besonderer Vorrichtungen entschliessen, die man Mastenrichter nennt.

Dieselben bestehn meist in einer Rüstung, die einem gewöhnlichen Krahne nicht unähnlich ist, und sich von demselben nur durch ihre Höhe und durch die Unbeweglichkeit des Auslegers unterscheidet. Für die Oder- und Elb-Kähne, die sehr hohe Masten führen, würde man aber eine zu grosse Höhe den Mastenrichter geben müssen, wenn man die Masten unmittelbar damit einstellen wollte. Die dabei übliche Methode ist daher diese, dass der Mast etwa in seiner Mitte durch das Hebezeug gefasst, und während er noch flach auf dem Schiffe liegt, am untern Ende fest gehalten wird. Indem man hierauf das Schiff zurückschiebt, hebt sich der Mast und nimmt nach und nach die vertikale Stellung an. Das Niederlegen erfolgt in ähnlicher Weise. In beiden Fällen muss die Gelegenheit geboten werden, das Schiff ganz sicher vor- und zurückzuziehn. Diese Mastenrichter bestehn sonach aus zwei Holzwänden, die von einander so weit entfernt sind, dass ein Schiff bequem dazwischen fahren kann. Ihre Höhe kommt etwa der halben Höhe des Mastes gleich, und an einem übergelegten Balken wird der Flaschenzug befestigt, während gemeinhin eine Erdwinde zur Seite zum Heben oder Herablassen des Mastes dient.

Von besonderer Wichtigkeit sind endlich noch die Flusshäfen. Ihr Zweck ist von dem der Seehäfen wesentlich verschieden, indem sie nur zur Sicherung der Schiffe während des Hochwassers und namentlich während des Eisganges dienen. Das Laden und Lossen der Flussschiffe geschieht fast jedesmal im freien Strome, weil es wegen der ganz unbeschränkten Wahl der Anlegestelle daselbst mit mehr Bequemlichkeit als im Hafen erfolgen kann. Letzterer ist wegen der Dämme, die ihn umgeben

zur Zeit des Sommers hierzu auch wenig geeignet und wenn er auch hinreichende Tiefe hat, um das Einkommen der Schiffe jederzeit zu erlauben, so liegen dieselben alsdann so tief unter jenen wasserfreien Umgebungen, und der Zugang zu ihnen ist aus diesem Grunde meist so steil und unbequem, dass man die Arbeit wesentlich erleichtert, wenn man sie aus dem Hafen bringt und sie vor eine niedrige Uferstelle legt, die überdies durch fahrbare Wege mit den Strassen oder Ortschaften in Verbindung steht. Die Flusshäfen bleiben deshalb fast immer leer, und man bringt selbst diejenigen Schiffe nicht hinein, welche längere Zeit hindurch still liegen. Es ist freilich keinem Zweifel unterworfen, dass die Sicherstellung der Schiffe gegen manche Zufälligkeiten viel leichter und sonach auch ihre Bewachung viel wohlfeiler sein müsste, wenn man sie in den Hafen brächte, als wenn man sie an irgend eine Uferstelle legt. Dagegen ist das Ein- und Ausbringen in den Hafen immer mühsam, die polizeilichen Verordnungen über die Benutzung des letztern, namentlich in Bezug auf die Schonung der Ufer und die Feuersicherheit sind gewöhnlich bei den Reparaturen der Schiffe, so wie auch schon bei der Abtakelung und Ausrüstung derselben sehr störend, und wenn ausserdem jedes Schiff, welches hineingebracht wird, ein gewisses Hafengeld bezahlen muss, so kann es nicht mehr befremden, dass die Flusshäfen so wenig benutzt werden. Selbst im Beginne des Winters pflegen keineswegs alle Schiffe in den Hafen gebracht zu werden, sie bleiben vielmehr so lange, als das Wasser offen ist, in der Fahrt, und wenn endlich die Gefahr entsteht, dass sie einfrieren könnten, so werden sie an irgend eine sichere Uferstelle oder in einen Flussarm gebracht, wo sie unter gewöhnlichen Verhältnissen gleichfalls geborgen sind. Nur wenn ein besonders starker Eisgang, verbunden mit hohem Wasserstande eintritt, so wird ein mehr gesicherter Zufluchtsort gesucht, den aber das Schiff unter solchen Umständen theils wegen der kurzen Dauer der Zwischenzeit zwischen den ersten Anzeichen der Gefahr aus dem Eintritt derselben, theils aber auch wegen des Eises gewöhnlich nicht mehr erreichen kann. In solchen Fällen wird gemeinhin über Mangel an sichern Häfen laute Klage geführt. Sobald dieser Wunsch indessen berücksichtigt ist, und mit grossen Kosten Häfen eingerichtet sind, so werden sie doch keineswegs

regelmässig benutzt und bleiben sogar während mancher Winter eben so leer, wie im Sommer.

Man darf hiernach bei Anlage von Flusshäfen keineswegs erwarten, dass der Ertrag des Hafengeldes die Kosten der Anlage decken kann, derselbe reicht sogar in den meisten Fällen nicht einmal zur Bestreitung der Unterhaltungskosten und sonstigen Ausgaben hin. Nichts desto weniger sind die Flusshäfen während ungewöhnlicher Ereignisse dringend nöthig, und zwar müssen sie, wenn sie wirklich von Nutzen sein sollen, nicht gar zu weit von einander entfernt und hinreichend gross sein, um eine gehörige Anzahl von Schiffen zu fassen. Dieses Bedürfniss ist bei vielen Strömen erst in neuster Zeit berücksichtigt und theilweise befriedigt worden: es liegt auch in der Natur der Sache, dass es sich nicht früher herausstellen kann, als bis die Schiffahrt sehr lebhaft geworden ist, und die Anzahl der Schiffe sehr zugenommen hat, indem wohl an jedem Strome eine grosse Anzahl von Stellen sich vorfindet, wo einzelne Schiffe mit Sicherheit geborgen werden können. Die Gefahr tritt daher erst für diejenigen Schiffe ein, welche hier nicht mehr Platz finden, indem andere schon daselbst liegen.

Die erwähnten Flusshäfen, die eigentlich allein diesen Namen verdienen, nennt man häufig Sicherheits-Häfen, und zwar im Gegensatze von den gewöhnlichen Ausladestellen, die an manchen Strömen gleichfalls Häfen genannt werden. In einzelnen Fällen sind beide Arten von Anlagen mit einander verbunden. So finden z. B. im Ruhrorter Hafen nicht nur die Schiffe während des Winters Schutz, sondern die Ruhr-Schiffe lossen daselbst auch die Kohlen, während die Rheinschiffe diese laden, und weite Lagerplätze umgeben rings umher den Hafen. Auch diejenigen Uferstellen, woselbst die vom Auslande kommenden Waaren steuerfrei niedergelegt und in gleicher Art gelegentlich wieder verladen werden dürfen, zählt man noch zu den Häfen, und nennt sie Freihäfen: sie kommen nur auf solchen Strömen vor, die zu verschiedenen, durch keinen Zollverein verbundenen Staaten gehören, wo also der Strom, wenn er auch streckenweise auf beiden Seiten von demselben Staate umschlossen wird, und sonach in polizeilicher Beziehung diesem angehört, dennoch mit Rücksicht auf die Steuer-Verhältnisse als Ausland betrachtet wird. In

Bezug auf bauliche Anlagen darf hier nur auf die eigentlichen Flusshäfen, oder die Sicherheitshäfen Rücksicht genommen werden: die folgende Auseinandersetzung erstreckt sich auch ausschliesslich auf diese.

Wie schon erwähnt, finden die Schiffe zuweilen in alten Flussarmen, selbst während eines starken Eisganges hinreichenden Schutz. Wenn solche Arme entweder von selbst, oder durch künstliche Anlagen einer starken Durchströmung entzogen sind, so ist die Verflachung in der obern Mündung am bedeutendsten, während sie unten viel geringer bleibt, und in der Mitte oft ganz fehlt. Gemeinhin strömt indessen das Hochwasser während einer langen Reihe von Jahren, nachdem die obere Mündung schon stark versandet ist, noch kräftig hindurch, weil das Flussbette nur langsam und nie über die Höhe der Thalsohle anwächst, also niemals ganz wasserfrei wird. Nichts desto weniger kann die obere Mündung doch so hoch aufwachsen, dass dadurch der Strom sehr gemässigt wird, und wenn vollends das Weidenstrauch bei der grössern Höhe des Bodens sich endlich in eine sogenannte Kopfweiden-Pflanzung verwandelt, wozwischen der Rasen sehr gut gedeiht und einen reichen Ertrag zu geben pflegt, so verhindern die Baumstämme das Durchtreiben von grössern Eisschollen und der untere und mittlere Theil jenes Armes erhält dadurch eine so geschützte Lage, dass die Schiffe darin in der That sicher geborgen sind. Der grösste Uebelstand pflegt dabei in der Verflachung der untern Mündung des Armes zu bestehn, welche zugleich Hafenmündung ist. Bei kleinem Wasser ist dieselbe gemeinhin beinahe trocken, so dass während desselben kein beladenes Schiff hinein- oder herausgebracht werden kann. In der Zeit, wenn der Hafen gesucht wird, pflegt freilich der Wasserstand ziemlich hoch zu sein, woher das Hineinfahren keine Schwierigkeit macht: wenn aber das Hochwasser nach dem Eisgange nicht lange anhält, so können die Schiffe häufig nicht schnell genug herausgehn, besonders wenn der grösste Theil der Mannschaft während des Winters entlassen war und sich zerstreut hatte. Es geschieht alsdann wohl, dass die Schiffe lange Zeit hindurch in solchem Hafen eingeschlossen liegen und entweder entladen werden oder daselbst warten müssen, bis wieder ein

höherer Wasserstand eintritt, bei dem sie endlich herausgebracht werden können.

Dergleichen Stromarme werden häufig in künstliche Häfen umgewandelt, indem man die obern Mündungen in wasserfreier Höhe schliesst, die untern dagegen, so weit es geschehn kann verengt, und ausserdem befestigt und gehörig vertieft. An der Mosel ist dies vor wenigen Jahren bei Cues, nahe oberhalb Berncastel geschehn, und dadurch ein sehr geräumiger und durchaus sicherer Hafen gewonnen.

Bei neuen Hafenanlagen kommt es vorzugsweise auf die vollständige Sicherung der darin liegenden Schiffe an: es darf daher selbst zur Zeit des Hochwassers keine Strömung hindurchgehn, und noch weniger dürfen die Schiffe vom Eisgange getroffen werden. Der Hafen nimmt dagegen bei jedem Hochwasser denselben Wasserstand an, der im Strome statt findet, und dieses ist ohne Nachtheil für die Schiffe. Ueberhaupt ist die Mündung eines Flusshafens immer offen, und es stellt sich in diesem eben so wohl der höchste wie der kleinste Wasserstand darin ein. Hiernach ist es entbehrlich, den Hafen von allen Seiten mit wasserfreien Dämmen zu umgeben. Stromaufwärts dürfen dieselben freilich nicht fehlen, eben so wichtig sind sie zwischen dem Hafen und Strome, landwärts und stromabwärts sind sie dagegen entbehrlich. Gemeinhin gewinnt man aber beim Ausgraben und Ausbaggern des Hafens so viel Erde, dass die Ausführung bedeutend erleichtert wird, wenn man das Material in der Nähe ablagern kann, und dieses ist der Grund, wesshalb die meisten Häfen mit hohen und oft übermässig starken Dämmen oder Deichen umschlossen sind. Letztere liegen gewöhnlich dem Hafen-Bassin so nahe, dass nur ein schmaler Communicationsweg in geringer Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstande sich rings herum zieht. Dahinter beginnt sogleich die Dossirung, die entweder ununterbrochen sich erhebt oder mit schmalen Banketen versehn ist, doch jedesmal möglichst steil gehalten wird, um bei dem Bau die weiten Erdtransporte zu vermeiden. Zuweilen fehlt sogar der erwähnte Weg, und die Dossirungen beginnen unmittelbar am Rande des Hafens, was jedoch für den Verkehr sehr unbequem ist.

Durch die wasserfreien Hafen-Dämme wird jedesmal das Fluthprofil des Stromes beschränkt, und man muss sorgfältig untersuchen, in welchem Maasse dieses geschehn darf, ohne eine merkliche Erhöhung des Wasserstandes in den obern Stromstrecken oder eine nachtheilige Verstärkung des Stromes zur Seite des Hafens zu veranlassen. Gemeinhin stellt sich eine solche Besorgniss keineswegs als ganz unbegründet heraus, und man muss sich daher wenigstens bemühen, die Beschränkung des Profiles möglichst geringe werden zu lassen, zugleich aber auch dafür zu sorgen, dass das Fluth-Profil recht regelmässig begrenzt bleibt. Aus diesem Grunde haben die Flusshäfen gemeinhin eine solche Lage, dass sie sich der Länge nach neben dem Strome hinziehn, und ihre grösste Axe zu demselben parallel gerichtet ist. Jedenfalls darf der Hafen aber nicht auf der hintern Seite wieder umströmt werden, weil er sonst eine Stromspaltung zur Zeit des Hochwassers bilden, und dadurch vielfache Unordnungen veranlassen und selbst einem starken Angriffe ausgesetzt sein würde. Der Hafen muss sich daher entweder unmittelbar an das wasserfreie Terrain anschliessen, oder doch durch wasserfreie Dämme damit verbunden sein. Er wäre entgegengesetzten Falles während des Hochwassers auch ganz unzugänglich. Nur wenn eine isolirte wasserfreie Höhe unmittelbar neben dem Ufer liegt, rechtfertigt es sich, neben derselben und zwar gewöhnlich an ihrem untern Ende den Hafen zu erbauen.

Ferner muss der Hafen unmittelbar neben dem Strome liegen. Wie wünschenswerth ein breites Vorland in Betreff der Sicherstellung des Hafendammes und der Erweiterung des Fluth-Profiles auch ist, so verbietet sich eine solche Anordnung dennoch aus Rücksicht auf die Mündung. Diese würde nämlich bei weiterer Entfernung des Hafens verlängert werden müssen, und es entstände dabei die Frage, ob sie auf der obern Seite durch einen wasserfreien Damm geschützt werden sollte oder nicht. Fehlt ein solcher Damm, so ergiesst sich während des Hochwassers ein heftiger Strom quer über die Mündung, und füllt sie stark mit Sand an. Dieselbe ist ausserdem während dieser Zeit gar nicht zu befahren, weil die Schiffe seitwärts auf das untere Ufer getrieben werden würden. Der letzte Uebelstand hört erst auf, wenn das Vorufer so hoch überfluthet wird, dass die Schiffe ohne

Beschwerde darüber fahren können, also wenn ein starker und tiefer Strom sich unmittelbar neben dem Hafendamme hinzieht. Wenn man aber andrerseits einen hohen Damm vor die Hafenmündung legen wollte, so wäre derselbe theils schwierig zu erhalten, theils würde er aber auch die regelmässige Begrenzung des Fluthprofiles aufheben, und die Beschränkung desselben, die er verursacht, wäre eben so gross, als wenn der Hafen unmittelbar am Strome läge.

Nächst der gesicherten Lage ist die **gehörige Tiefe** ein dringendes Bedürfniss für einen Flusshafen, und zwar muss diese nach den kleinsten Wasserständen bestimmt werden, die überhaupt vorkommen, weil solche gerade während des Winters und des strengsten Frostes, also in der Zeit, wo der Hafen am meisten benutzt wird, häufig eintreten. Im Allgemeinen muss der Hafen diejenige Wassertiefe haben, welche sich auf den flachsten Stellen im Strome vorfindet. Wäre dieses nicht der Fall, so würde ein Schiff, welches so tief beladen ist, dass es nur eben auf dem freien Strome noch fahren kann, schon verhindert werden in den Hafen zu gehn. Hiernach bestimmt sich die Tiefe, bis zu welcher jeder Hafen ausgegraben, oder ausgebaggert werden muss.

Die künstlich dargestellte Tiefe pflegt sich indessen in einem Hafen nicht lange zu erhalten, weil bei jedem Steigen des Wassers im Strome trübes Wasser in das Hafenbassin tritt, daselbst vollständig zur Ruhe kommt, so dass alle darin schwebende erdige Theilchen zu Boden sinken, und sobald kleines Wasser eintritt, ganz rein herausfliesst. Man muss aus diesem Grunde in kurzen Zwischenzeiten die Vertiefung des Hafens immer wiederholen. Am Rhein versanden die Häfen in jedem Jahre etwa 8 Zoll hoch, woher man durchschnittlich alle drei Jahre einmal die Häfen ausbaggert, und zwar alsdann eine Vertiefung um 2 Fuss vornimmt. Dieser Uebelstand lässt sich in keiner Weise vermeiden. Die Verflachung wird aber nur befördert, wenn man etwa Mühlenfliesse hineinleitet, und mittelst derselben eine **Spülung** veranlassen will. Eben so nachtheilig wäre es auch, wenn man, wie oft vorgeschlagen, aber wohl noch niemals wirklich geschehn ist, das Wasser aus dem Strome selbst zu gleichem Zwecke auf der obern Seite in den Hafen leiten wollte. Bedeutende Wassermassen kann man auf diese Weise dem Hafen nicht zuführen,

weil sonst die Schliessung der Oeffnung zur Zeit des Hochwassers zu schwierig wäre. Der Erfolg würde sich also darauf beschränken, dass man einen schwachen Nebenarm zur Seite des Flusses bildete, der also jedenfalls der Verflachung ausgesetzt wäre. Hierzu kommt aber noch, dass sein weit geöffnetes Profil die Geschwindigkeit des hindurch fliessenden Wassers beinahe ganz aufheben, und sonach jedes eintretende Erdtheilchen drin liegen bleiben müsste. Weit entfernt die Versandungen zu verhindern, wäre daher eine solche Zuleitung des Wassers, ein überaus kräftiges Mittel dem Hafen schnell die Tiefe zu nehmen. Bei Gelegenheit der Stromdurchstiche (§. 82) ist auch erwähnt, dass man genau dasselbe Verfahren mit dem günstigsten Erfolge anwendet, um die Verlandung alter Stromarme zu beschleunigen. Man sorgt für die Erhaltung der Tiefe eines Hafens am meisten dadurch, dass man *kein fremdes Wasser* hinzutreten lässt. Der Hafen bei Petershagen an der Weser erhält seine Tiefe gegenwärtig weit länger, als sonst, da ein Mühlenbach, die Esper genannt, in ihn hineinfloss. Selbst kleinere Wasserläufe und sogar die Strassenrinnen der daneben befindlichen Orte verursachen häufig merkliche Verflachungen, und da jedenfalls die Erde, der Sand und sonstige Schmutz, den sie zuführen, im Hafen liegen bleibt, also später fortgeschafft werden muss, so leidet es keinen Zweifel, dass die Kosten für dessen Beseitigung weit geringer bleiben, wenn man ihn schon vor dem Eintritt in den Hafen sammelt, als wenn er zuerst auf die Sohle des Hafens fällt und dann wieder ausgehoben und bei Seite geschafft werden muss. Wenn es sonach in manchen Fällen auch unmöglich ist, die Einmündung von Strassenrinnen und sonstigen kleinen Zuflüssen ganz zu beseitigen, so sollte doch wenigstens immer dafür gesorgt werden, dieselben vor dem Eintritt in den Hafen mit Schlammkasten (§. 22) zu versehn, die so oft es nöthig ist, gereinigt werden müssen. Endlich ist es auch dringend nöthig, der *Verunreinigung* des Hafens, und zwar eben sowohl vom Ufer, als von den Schiffen aus durch polizeiliche Maassregeln vorzubeugen. Hierzu gehört auch, dass ein willkührliches Betreten der unbefestigten Hafendossirungen nicht stattfinden darf, weil dabei gleichfalls bedeutende Erdmassen gelöst werden, die entweder unmittelbar herabfallen oder beim nächsten starken Regen in den Hafen gespült werden.

Besonders wichtig ist die Erhaltung der Tiefe in der Hafenmündung. Die Verflachung pflegt daselbst weit stärker zu sein, als im eigentlichen Hafen, weil nicht nur die im Wasser schwebenden Theile sich hier zu Boden setzen, sondern ausserdem auch der auf dem Strombette treibende Sand und Kies hineingestossen wird. Die Aufräumung der Hafenmündung muss daher gemeinhin in jedem Jahre vorgenommen werden. Einigermassen kann man die Verflachung hier vermindern, wenn man die Mündung stromabwärts kehrt. Die davor stehende Erdzunge oder der Hafenkopf hat alsdann die Richtung einer declinanten Buhne, und dieselben Gründe, welche dicht unterhalb einer solchen die Versandung verhindern, schützen auch die Hafenmündung vor übermässigen Verflachungen, die jedesmal einzutreten pflegen, wenn man die Mündung stromaufwärts kehrt.

Die stromabwärts gekehrte Richtung der Einfahrt ist übrigens auch für den Schiffsverkehr am bequemsten. Normal gegen den Strom darf die Mündung augenscheinlich nicht gerichtet sein, falls sie nicht übermässig breit wäre, denn die aus- und eingehenden Schiffe würden alsdann quer gegen den Strom gestellt werden müssen, was bei heftiger Strömung nicht möglich ist. Es bleibt sonach nur noch die Frage, ob es für den Schiffahrts-Betrieb vortheilhafter ist, die Mündung stromauf- oder stromabwärts zu kehren. Im ersten Falle würde nicht nur das Hineintreiben des Eises zu besorgen sein, sondern ausserdem könnten die in der Thalfahrt begriffenen Schiffe, die man in den Hafen bringen will, dennoch nicht unmittelbar hineinfahren, weil sie nicht so sicher zu steuern sind, dass man es wagen dürfte, sie mit der vollen Geschwindigkeit des Stromes in die schmale Mündung treten zu lassen. Das Einlaufen in die Mündung mit voller Fahrt wird auch dadurch unmöglich, dass das Schiff sich von selbst wendet, sobald es bei schräger Stellung mit dem vordern Ende ins Stauwasser tritt, während es hinten noch im Strome liegt. Vor der aufwärts gekehrten Hafen-Mündung müsste sonach jedes zu Thal fahrende Segelschiff dennoch vorher angehalten und an Tauen hineingeführt werden, was nach der obigen Mittheilung über das Anlegen der Schiffe (§. 95) nicht anders geschehn kann, als wenn man das Schiff dreht und es stromaufwärts kehrt. Dagegen könnte ein im Hafen befindliches Schiff, welches zu Berg

fahren soll, die aufwärts gekehrte Mündung ohne Aufenthalt passiren und die Fahrt sogleich fortsetzen. Für diejenigen Schiffe endlich, welche aus den untern Gegenden heraufkommen und in den Hafen gebracht werden, oder die im Hafen gewesen sind und die Thalfahrt antreten sollen, ist augenscheinlich eine stromabwärts gekehrte Mündung viel zweckmässiger, weil der Durchgang durch diese gar keine Störung verursacht. Die letzte Richtung ist sonach unter den vier vorkommenden Fällen dreimal die günstigere und einmal nicht gerade als besonders unbequem anzusehn, indem das zu Berg fahrende Schiff nur herausgeführt werden darf und alsdann sogleich der Leinenzug beginnen kann. Man pflegt daher ganz allgemein den Mündungen der Häfen, und grösstentheils auch denen der Kanäle (wenn sie nicht etwa im Stau liegen, wie dicht oberhalb der Wehre) eine stromabwärts gekehrte Mündung zu geben. Man erreicht dabei auch noch den Vortheil, dass während das Schiff sich in einer solchen befindet und sie durchfährt, es jedesmal durch den Hafenkopf bereits gegen den Stromanfall gesichert ist.

Der Hafenkopf ist dem Angriffe des Stromes stark ausgesetzt, in sofern er eine scharf vortretende Ecke bildet: er muss daher vollständig befestigt sein, und zwar wird er gewöhnlich durch eine Steindecke gesichert, und über Wasser abgepflastert. Eine flache Dossirung unter Wasser darf er nicht erhalten, weil dadurch die Schiffahrt behindert werden würde, man führt ihn vielmehr möglichst steil auf, lehnt ihn auch wohl bis zur Höhe des niedrigsten Wassers gegen eine Spundwand und sichert seinen Fuss durch Steinschüttungen, sobald die Tiefe daneben so zugenommen hat, dass ein Theil derselben verschüttet werden kann. Man muss indessen hierbei wieder auf die Darstellung einer möglichst regelmässigen Uferlinie bedacht sein: der Hafenkopf muss sich daher dem daselbst etwa befindlichen Buhnensysteme oder unmittelbar dem Ufer anschliessen.

Von besonderer Wichtigkeit ist es endlich, dass derjenige Theil des Flussbettes, der die Hafenmündung mit dem eigentlichen Fahrwasser verbindet, die gehörige Tiefe hat. Die Erhaltung derselben wird aber besonders schwierig, wenn der Strom in Folge sonstiger lokaler Verhältnisse an dieser Stelle entweder bei kleinem oder bei hohem Wasserstande Sand- und Kiesbänke

aufwirft, die man jedesmal, sobald sie entstanden sind, von Neuem beseitigen muss. Es ist sonach dringend nöthig, schon bei der Auswahl der Stelle für den Hafen hierauf Rücksicht zu nehmen, und die Mündung in ein Ufer zu verlegen, welches unmittelbar das tiefe Fahrwasser begrenzt. Dieses findet vorzugsweise bei concaven Ufern statt. Wenn der Strom vor solchen eine unverkennbare Krümmung bildet, die sich auch dem Regulirungs-Plane gehörig anschliesst, so kann man sicher sein, dass Kies und Sandbänke den Zugang zum Hafen nicht sperren werden. Diese Anordnung ist freilich mit dem Uebelstande verbunden, dass die ganze Anlage und namentlich der Hafendamm einem verstärkten Angriffe ausgesetzt wird: es ist aber fast unter allen Umständen viel leichter und weniger kostbar, den Angriff des Stromes und Eises abzuhalten, als eine Stelle, die nach den sonstigen Stromverhältnissen der Versandung ausgesetzt ist, dauernd tief zu erhalten. Hiernach begründet sich die Regel, die auch fast jedesmal beobachtet wird, die Hafenmündung zur Seite einer Stromkrümmung und zwar in deren concaves Ufer zu legen.

In den Flusshäfen selbst pflegt kein heftiger Wellenschlag sich zu bilden, weil die Ausdehnung derselben zu geringe ist, doch geschieht es zuweilen, dass der Wellenschlag von aussen her sich bis in den Hafen fortsetzt, und dadurch die Schiffe in demselben heftig gegen einander gestossen werden, oder wohl gar sich mit Wasser anfüllen und versinken. Eine Besorgniss in dieser Beziehung begründet sich indessen nur, wenn theils die Mündung des Hafens der herrschenden Windesrichtung entgegengekehrt ist, also nach Westen liegt, theils aber auch eine weit ausgedehnte niedrige Fläche auf der andern Seite des Stromes sich befindet, die zur Zeit der Fluthen in bedeutender Höhe inundirt wird. Selbst in diesem Falle pflegt aber der Wellenschlag im Hafen noch immer unschädlich zu bleiben, wenn nicht etwa die Mündung übermässig weit und zugleich normal gegen das Strombette gekehrt ist. Man kann sonach einen Flusshafen wohl unter allen Verhältnissen vor dem Wellenschlag sichern, aber nichts desto weniger ist es angemessen bei der Anlage, dennoch hierauf Rücksicht zu nehmen, und eine solche Stelle auszuwählen, wobei diese Besorgniss sich am wenigsten begründet.

Was die sonstigen Anordnungen eines Flusshafens betrifft, so ist wenig zu erinnern. Seine Dimensionen sind durch die Anzahl und Grösse der Schiffe bedingt, welche darin gesichert werden sollen. Eben so ist die Breite der Mündung von der grössten Breite der Schiffe abhängig und hierbei kommt es vorzugsweise darauf an, ob Dampfschiffe den Strom befahren. Die Mündung wird entweder in der Mitte, oder an dem stromabwärts gekehrten Ende des Hafens angebracht: im letzten Falle kann der Raum vollständiger benutzt werden, aber das Herausbringen eines Schiffes, welches nicht unmittelbar an der Mündung liegt, ist um so beschwerlicher.

Ferner müssen die nöthigen Schiffshalter angebracht, und mit Bezug auf die Länge der Schiffe so vertheilt sein, dass letztere möglichst bequem daran befestigt werden können. Der oben erwähnte Weg rings um den Hafen und zwar in geringer Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstande ist gleichfalls als dringendes Erforderniss zu betrachten, da man sonst, um zu einzelnen Schiffen zu gelangen, auf der Dossirung herabgehn müsste. Letztere wird aber vorzugsweise durch das Betreten beschädigt, und hierin liegt wieder eine Veranlassung zur Verflachung des Hafens. Der erwähnte Weg muss ferner durch eine hinreichende Anzahl bequemer Zugänge, am besten durch steinerne oder wenigstens hölzerne Treppen mit der Krone des Deiches verbunden sein. So lange die Treppen sich in gutem Zustande befinden, pflegt die Dossirung nicht leicht betreten zu werden, wohl aber geschieht dieses, wenn das Gehn auf dem Rasen mehr Bequemlichkeit bietet, als die Benutzung der eingefallenen und schadhaften Treppen.

Zur Ueberwachung des Hafens in Bezug auf polizeiliche Vorschriften wird gemeinhin ein Aufseher angestellt, der zugleich die Listen über die aus- und eingehenden Schiffe führt. Die Bewachung der Schiffe pflegt den Eigenthümern derselben obzuliegen, woher gewöhnlich für mehrere Schiffe ein Wächter angestellt wird, der auch zugleich dafür sorgt, dass dieselben gehörig befestigt sind, und nicht etwa bei fallendem Wasser sich auf die Dossirungen stellen.

§. 99.

Holz-Flösserei.

Das Flössen des Holzes bildet einen wichtigen Theil des Güter-Verkehrs auf den Flüssen und Strömen. Es werden dabei indessen keine Schiffe benutzt, sondern die Frachten, nämlich das Holz, schwimmen unmittelbar auf dem Wasser. Dieser Gegenstand darf aber hier um so weniger übergangen werden, als nicht nur beim Bau der Freiarchen und Wehre, und selbst bei der Strom-Regulirung häufig auf die Flösserei Rücksicht genommen werden muss, sondern manche bauliche Anlagen ausschliesslich die Erleichterung derselben bezwecken.

Das Flössen geschieht nur stromabwärts. Einige Ausnahmen von dieser Regel giebt es allerdings, sie sind indessen so selten und betreffen nur Stromstrecken, auf welchen die Strömung so schwach ist, dass man nicht füglich sagen kann, dass der Transport stromaufwärts erfolgt. So müssen z. B. die Flösse, welche von der Oder nach dem Finow-Kanal und der Havel bestimmt sind, die Finow aufwärts bis zum Kanale gezogen werden, und ebenso geschieht es zuweilen, dass von der Weichsel durch die Nogat und von den Waldungen auf der Frischen Nehrung grosse Flösse über das Frische Haff bis zur Mündung des Pregels und den Pregel herauf bis Königsberg segeln. Fälle dieser Art wiederholen sich indessen nur so selten, dass man davon wohl ganz absehn kann: wenigstens auf allen Strömen, welche eine grosse oder auch nur eine merkliche Geschwindigkeit haben, wird die Flösserei nur abwärts ausgeübt. Der Vortheil dieser Art des Transportes beruht ganz allein darauf, dass der Strom selbst die bewegende Kraft liefert und das Holz ohne durch hohe Frachten vertheuert zu werden, aus den Waldungen des Binnenlandes nach den mehr bevölkerten, und daher auch besser bebauten Gegenden in der Nähe der Mündung der Ströme verfahren werden kann, woselbst der erforderliche Bedarf an Bau- und Brennholz bei der starken Consumtion nicht unmittelbar gewonnen wird.

Die Flösserei wird auf zwei verschiedene Arten betrieben. Das Bauholz, welches natürlich in ganzen Stämmen bleibt, verbindet man zu Flössen, deren Länge und Breite von der Be-

schaffenheit des Strombettes und der Schleussen und Archen abhängt, welche passirt werden müssen. Es darf kaum erwähnt werden, dass ein grosser Vortheil darin liegt, recht viel Holz in einem Flosse zu verbinden, weil dadurch der Transport um so wohlfeiler wird. Bestehn diese Flösse nur aus Eichenholz, so bindet man zur Seite grosse Fässer an, um sie sicher schwimmend zu erhalten. Das Brennholz dagegen wird bevor man es in den Strom bringt, in Scheite oder Kloben von den üblichen Dimensionen zerschnitten und schwimmt ohne irgend eine Verbindung lose herab.

Ueber die Flösserei nach der ersten Methode ist wenig zu sagen: sie findet bei kleinen Flüssen gewöhnlich nur zur Zeit eines höhern Wasserstandes statt, weil die Untiefen alsdann weniger nachtheilig sind, auch die Wehre in dieser Zeit so hoch überströmt werden, dass sie zum Theil wenigstens überfahren werden können. Das Letzte ist jedoch immer und selbst bei mässigem Gefälle mit manchen Schwierigkeiten verbunden; namentlich taucht das Floss, sobald es den Wehrrücken passirt hat, tief ins Unterwasser ein, während es keineswegs, sich selbst überlassen herabtreiben darf, vielmehr vollständig bemannt sein muss, damit es an der passendsten Stelle und in der gehörigen Richtung über das Wehr geht, und gleich darauf wieder ins Fahrwasser kommt. Man darf also nur kräftige und geübte Leute hierbei benutzen, welche die Gefahr kennen, und ganz sicher auf dem Flosse stehn, wenn dasselbe auch einige Fuss tief unter Wasser treibt. Gemeinhin gehn indessen die Flösse durch die Freiarchen und es kommt sonach bei diesen sehr darauf an, dass sie nicht zu enge Oeffnungen haben. Noch besser ist es aber, wenn sie mit Setzpfosten versehn sind, wodurch mehrere Schütz-Oeffnungen sich zu einer einzigen vereinigen lassen.

Dass die Flösse schlecht steuern, ist bereits erwähnt worden. Wenn sie in voller Fahrt sind, lenkt man sie nur dadurch, dass an ihren vordern und hintern Enden eine grosse Anzahl Rieme oder Streichruder nach der einen oder der andern Seite, also quer gegen den Strom geschlagen werden, wodurch dem Flosse eine geringe Seitenbewegung oder Drehung mitgetheilt werden kann. Diese Bewegung ist aber im Vergleich zu der grossen Geschwindigkeit, womit das Floss stromabwärts treibt,

nur sehr langsam, und man muss daher zeitig genug und gemeinhin viel früher, ehe man den Gegenstand sehn kann, welchem man ausweichen will, schon mit der Handhabung der Ruder den Anfang machen. Hiernach ist es dringend nöthig, dass die Führer grösserer Flösse sowohl das Fahrwasser, als auch die Stärke und Richtung der Strömung an allen einzelnen Stellen sehr genau kennen, und darnach die passenden Maassregeln zu ergreifen wissen. Auf dem Rhein wird die Führung der grossen Flösse nur den geschicktesten Steuerleuten anvertraut, die sich gemeinhin auch hiermit ausschliesslich beschäftigen. Ihre Kunst steht aber im Allgemeinen in höherer Achtung, als die der Steuerleute für Segel- und Dampfschiffe.

Wenn die Sohle des Bettes dazu geeignet ist, so kann man das Floss auch durch Anker steuern, die man nachschleppen lässt. Sie mässigen eines Theils die Geschwindigkeit, wodurch die Wirksamkeit der Ruder verhältnissmässig verstärkt wird, andern Theils geben sie aber auch dem Flosse schon unmittelbar eine angemessene Richtung. Die Ankertaue werden nämlich immer hinten befestigt, je nachdem dieses aber an der rechten oder an der linken Seite geschieht, so stellt sich das Floss etwas schräge und indem es alsdann den Stoss des Wassers von der Seite erhält, so treibt der Strom selbst es nach der einen, oder andern Seite.

Beim Anhalten und Festlegen des Flosses ist endlich eine ganz besondere Vorsicht nothwendig. Man darf es nicht auf Untiefen auflaufen lassen, weil es sich bei seiner grossen Masse, darauf so fest aufschieben würde, dass es nicht mehr davon abgebracht werden könnte, und man es entweder so weit es aufliegt, in die einzelnen Stämme zerlegen, oder einen höhern Wasserstand abwarten müsste, wobei es wieder von selbst flott würde. Einzelne Anker sind auch nicht im Stande, das Floss schnell genug anzuhalten und wenn dieselben wirklich hinreichenden Widerstand finden sollten, so würden die Ankertaue bei dem grossen Moment der Bewegung sogleich zerreissen. Man muss also dafür sorgen, dass die Bewegung nach und nach vermindert wird. Dieses geschieht mittelst der Anker, aber nur an solchen Stellen des Stromes, wo der Grund auf lange Strecken rein und eben ist. Durch Auswerfen mehrerer Anker, die beim Nachschleppen den Grund durchwühlen, vermindert sich schon merklich die

Geschwindigkeit, und sobald dieses geschehn ist, werden andre Anker auf das Ufer gesetzt, die wie Pflugschaaren in dasselbe einschneiden, bis endlich das Floss zum Stillstande kommt. Sobald es aber fest liegt, muss es durch Bäume gehörig abgesetzt werden, damit es nicht etwa bei fallendem Wasser irgendwo den Grund berührt oder durch den Wind auf das Ufer oder eine Kiesbank geschoben wird. Diese Rücksichten sind um so dringender und zugleich um so schwieriger zu beobachten, je grösser die Flösse sind, und keine andere Art der Schiffahrt erfordert daher so sorgsame und kundige Führer, als diese.

Die grossen Holzflösse auf dem Rhein, die zuweilen bei Mainz, zuweilen weiter abwärts bis oberhalb Coblenz verbunden werden, und gemeinhin bis Dortrecht fahren, sind wegen ihrer Grösse berühmt. Sie verdienen aber auch wegen ihrer künstlichen Zusammensetzung und noch mehr wegen der verschiednen Vorkehrungen zur sichern Führung eine nähere Beschreibung. Diese dürfte auch insofern von Wichtigkeit sein, als die grössten Flösse nach und nach verschwinden. Wenn der Holzhandel auch nicht gerade stark abnimmt, so findet man es in neuerer Zeit, wie es scheint, bequemer und wohlfeiler oder sicherer, die Transporte zu theilen und statt eines grossen, mehrere kleine Flösse zu erbauen.

Fig. 253 auf Taf. LVI zeigt ein Rheinisches Holzfloss der grössten Art.*) Es ist in seiner vollständigen Zusammensetzung 850 Fuss lang, 150 Fuss breit und geht etwa 6 Fuss tief, während es noch 2 Fuss über Wasser liegt.

Der Haupttheil desselben ist das sogenannte Steifstück von 660 Fuss Länge und 100 Fuss Breite. Vor demselben befinden sich zwei kleinere, besonders verbundene Flösse *A* und *B* von derselben Breite, jedoch nur von 80 Fuss Länge. Man nennt sie das vordere und das zweite Knie. Zu beiden Seiten der letzten, so wie auch des Steifstücks sind endlich noch sechs Flösse befestigt, deren Länge mit der der ersten übereinstimmt, und deren Breite durchschnittlich 25 Fuss beträgt. Dieses sind die An-

*) Entnommen aus Herman's Abbildungen der verschiedenen Gattungen von Fahrzeugen, wie man sie auf dem Rheine sieht (ohne Jahreszahl).

hänge. Sie gehn gewöhnlich weniger tief als jene, und sind so verbunden, dass sie, wenn es nöthig werden sollte, leicht gelöst werden können.

Die Verpackung des Holzes oder die Zusammensetzung des Flosses erfolgt mit grosser Vorsicht. Die untern Lagen bestehn aus Tannen-Stämmen, bis 100 Fuss Länge, die vom Ober-Rhein und Main kommen. Sie sind specifisch viel leichter als das Wasser, woher sie das ganze Floss tragen. Darüber wird das Eichenholz gepackt, die geraden Stämme zur Seite, das zum Schiffbau bestimmte Krummholz in die Mitte. Bohlen, Dielen und Fassdauben bilden den obern Theil, und namentlich sorgt man dafür, dass die schwächern Stücke, wie dünne Dielen aus Tannenholz über Wasser kommen, während die eichenen Fassdauben zum Theil schon zwischen das Schiffsbauholz gepackt werden. Das ganze wird theils durch die gehörige Abwechselung in der Richtung der Holzstücke, welche die einzelnen Lagen bilden, theils durch übergenagelte Leisten fest verbunden und mit Bohlen von geringerem Werthe überdeckt. Für die Arbeiter sind indessen noch besondere Brücken eingerichtet und mit Laufdielen übernagelt, woher selbst jene Bohlen nicht viel betreten werden.

Die Verbindung des Steifstückes mit dem zweiten Knie, so wie auch der beiden Kniee unter sich, ist in der Axe des Flosses durch junge biegsame Eichenstämme Nr. 4 und 6 dargestellt, doch befinden sich an jeder Seite derselben noch vier starke Taue, um sie zu unterstützen. Von dem vordern Knie tritt nach jeder Seite ein starker Eichenstamm Nr. 2 vor, der horizontal auf dem Flosse liegt und etwas über den Anhang herausragt. Man nennt diese die Schillbäume oder Spindeln. Sie werden am äussern Ende von starken Tauen gefasst, die nach den Erdwinden oder Kappständern Nr. 8 führen. Wird eine dieser Erdwinden angezogen, die andre aber nachgelassen, so krümmt sich der vordere Theil des Flosses und hierdurch dreht sich nicht nur das ganze Floss, indem der Stoss des Wassers am vordern Theile die eine und am hintern Theile die andre Seite desselben trifft, sondern es ist auch um so leichter durch scharf gekrümmte Fahrwasser zu bringen.

Besonders sicher müssen diejenigen Bäume mit dem Flosse verbunden sein, woran die Ankertaue befestigt werden. Zum

Anschlagen und Feiern der Taue sind starke cylindrische Riegel hindurch gesteckt. Diese Bäume heissen Maue. Die Hauptmaue, auch der Hauptständer genannt, befindet sich nahe am hintern Ende Nr. 19. Am vordern Ende des Steifstückes ist ein zweiter Nr. 9 angebracht, den man die Hunds-Maue nennt. Der Zweck derselben ist folgender: wenn eine besonders scharfe Stromkrümmung passirt werden soll, namentlich die Stelle oberhalb St. Goar, so geht ein Nachen mit Ankern und Tauen versehn voran, und schwere Anker werden auf der vortretenden Uferdecke ausgebracht. Die Taue derselben werden auf das vorbeifahrende Floss gegeben und schnell an der Hundsmaue befestigt. Das Floss wird dadurch zurückgehalten, so dass es nicht der tangentialen Richtung folgen kann und die gehörige Drehung machen muss. Ferner befinden sich auch auf den Knien die Mauen Nr. 3 und 5, die zum Anhalten der Kniee dienen, falls diese bei etwanigem Aufstossen auf Felsen oder gegen das Ufer abbrechen, oder auch wohl im Falle der Noth absichtlich vom Steifstücke getrennt werden sollten. Endlich sind auch noch die sämmtlichen Anhänge mit kleinen Mauen versehn.

Man sieht in der Figur vorn und hinten die Reihe von Streichrudern. Das Hauptfloss trägt an jedem Ende zwei und zwanzig derselben und je zwei befinden sich noch an den Anhängen zu jeder Seite, so dass ihre ganze Anzahl zwei und funfzig beträgt. Jedes ist gewöhnlich mit sechs Mann besetzt, die auf den Ruderbänken Nr. 1 und 21 stehn. Eine dritte Ruderbank, der Zufluchtsort genannt, befindet sich noch am vordern Ende des Steifstückes und dieselbe ist auch vollständig mit Riemen belegt, damit im Falle der Gefahr, wenn die Kniee getrennt werden, die Mannschaft der vordern Ruderbank hier augenblicklich eintreten kann. Die Ruder werden fast ununterbrochen, bald stärker, bald schwächer und bald nach der einen, bald nach der andern Seite geschlagen. Die Signale zu diesen verschiedenen Bewegungen werden von den beiden Ruderstühlen Nr. 20 gegeben. Letztere bestehn in zwei Aufbauen von etwa 20 Fuss Höhe, welche eine freie Aussicht über das ganze Floss gestatten. Auf jedem steht ein Mann, der mit einem Hute die Signale giebt. Von dem einen Ruderstuhle aus wird die vordere Ruderbank und von dem andern die hintere signalisirt. Der Steuermann, der das Ganze

leitet, steht auf dem einen oder dem andern Ruderstuhle, je nachdem er jedesmal die Verhältnisse am besten übersehn kann. Er ruft den beiden erwähnten Leuten mündlich die Zeichen zu, und ertheilt auch alle sonstigen Befehle, welche die Lenkung des Flosses betreffen.

Sechszehn bis zwanzig Nachen, jeder mit sieben Mann besetzt, begleiten das Floss, und namentlich dienen sie dazu, um so oft es nöthig ist, die Anker auszubringen und demnächst wieder aufzuheben. Die Anker nebst den zugehörigen Schwimmern oder Buoyen, die gemeinhin Backeltönnchen heissen, liegen grösstentheils auf den Anhängen bei *E*, während die Taue auf dem Raume *D*, oder der sogenannten Lappenbrücke aufgeschlossen sind. Die Anzahl der Anker beträgt bis vierzig und oft darüber. Zur Seite der Anhänge und auf derselben liegen die Schurbäume und Schurmaste, die vorzugsweise dazu dienen, das Floss vom Ufer entfernt zu halten, wenn es vor Anker liegt, in welchem Falle sie schräge ausgesetzt werden.

Die ganze Besatzung besteht aus etwa fünfhundert Mann, die sämmtlich nicht nur während der Fahrt, sondern auch in der Nacht und selbst wenn die Reise durch widrige Winde Wochen lang unterbrochen werden sollte, auf dem Flosse bleiben. Sie haben daher hier nicht nur vollständige Wohnungen, so dass das Floss wegen der Menge der darauf stehenden Hütten das Ansehn eines Dorfes bietet, sondern Alles, was zu ihrer Beköstigung während der ganzen Fahrt dient, befindet sich gleichfalls daselbst. Nr. 10 ist die Hütte für die sieben Mann, die an den Kappständern arbeiten, N. 11 Viehstall und Schlachthaus, Nr. 12 sind sechs Hütten für die Ruderer, Nr. 13 ist die Wohnung des Flossherrn, worin sich eine Menge Zimmer und Wirthschaftsräume, so wie auch das Comptoir befinden. An der vordern Seite dieser Hütte liegt ein elegant eingerichteter Saal, der gemeinhin durch eine grosse Menge Blumen geschmückt ist, so dass er fast das Ansehn eines Treibhauses hat.

Auf dem Raume *C* neben der Wohnung des Flossherrn befindet sich das Bierlager mit der nöthigen Verdachung versehn. Nr. 14 enthält die Küche, die Backöfen, das Waschhaus nebst der Wohnung des Oberkochs und die Schreiner- und Küper-

Werkstatt. Nr. 15 ist das Haupt-Magazin für die verschiedenen Vorräthe, worin sich zugleich die Wohnung des Proviantmeisters befindet. Nr. 16 die Hütte für die Mannschaft, welche zu den Nachen gehört. Nr. 17 die Wohnung des Steuermanns und Nr. 18 die Hütte des Unteraufsehers und der Haupt-Arbeiter. Es mag noch erwähnt werden, dass man zur Verproviantirung eines solchen Flosses 40 bis 50,000 Pfund Brod, 12 bis 20,000 Pfund Fleisch, 10 bis 15,000 Pfund Käse, 10 bis 15 Centner Butter, 8 bis 10 Centner gesalzenes, 60 bis 80 Centner rohes Gemüse und 500 bis 600 Ohm Bier rechnet, woher die Rhein-Schiffahrts-Verwaltung 6000 Centner steuerpflichtiger Gegenstände als Provision der Mannschaft oder als Inventarium des Flosses zollfrei passiren lässt.

Das Flössen der losen Scheite, welches man auch das Triften nennt, kommt nur auf kleinen Flüssen und vorzugsweise in Gebirgsgegenden vor. Zum Auffangen des Holzes an dem Bestimmungsorte werden jedesmal besondere Anstalten getroffen, ausserdem haben andre dazu gehörige Anlagen noch den Zweck, das Holz durch Seitenbäche dem Flusse zuzuführen oder auch ein zu frühzeitiges Forttreiben einzelner Stücke zu verhindern, und die ganze Masse, die auf einmal getriftet werden soll, möglichst gleichzeitig in Bewegung zu setzen.

Ich will mit der Beschreibung der letzten Vorrichtung den Anfang machen. Sie besteht in der Durchdämmung oder Schliessung enger Thäler, in welche man das Holz leicht bringen kann, gewöhnlich stürzt es sogar schon von selbst in sie herab. Wenn man den Abfluss des Wassers aus denselben verhindert, so sammelt es sich an und bildet einen See, der mit den Holzscheiten bedeckt ist. Diese werden aber mit dem Wasser zugleich fortgetrieben, wenn man letzteres durch eine weite Oeffnung möglichst schnell abfliessen lässt. Stauvorrichtung heisst in solchem Falle die Klause, und die Thalfläche davor, so weit sie unter Wasser gesetzt wird, der Klausenhof.

Die Constructionen, welche hierbei gewählt werden, sind immer sehr einfach. Zuweilen geschieht der Abschluss nur durch einen Erddamm, welcher durchstochen wird, sobald das Triften erfolgen soll. Wenn dagegen in demselben Thale wiederholentlich die Scheite angesammelt werden, so führt man hölzerne Dämme,

ähnlich den oben beschriebenen Senkkasten auf, füllt sie mit Steinen aus und schliesst die Abfluss-Oeffnung durch Dammbalken, welche sich an eine Art von Drehständer lehnen. Die Klause pflegt immer an der Stelle gebaut zu werden, wo das Thal am engsten ist, sie also die mindeste Länge zu haben braucht. Die Oeffnung muss so gross sein, dass die Ergiessung in ziemlich kurzer Zeit erfolgt, weil nur in diesem Falle die Anschwellung bedeutend genug ist, um das unterhalb belegene Thal so hoch anzufüllen, dass die Holzmasse sicher hindurch geführt wird. Dass einzelne Scheite hinter der Wasser-Welle zurückbleiben und nach dem Ablaufen des Wassers auf dem Ufer liegen, kann nicht fehlen. Man bemüht sich zwar, alle Stücke, die etwa aufgehalten werden, wieder in den Strom zu stossen, in vielen Fällen ist aber jede Nachhülfe unmöglich, indem die Thäler stellenweise unzugänglich sind. Die ganze Operation kommt jedoch nur in Gegenden vor, wo das Holz nicht hoch im Preise steht, der Verlust einzelner Seite ist daher nicht von Bedeutung, und dieselben werden, wenn sie auch beim einmaligen Triften liegen geblieben sind, vielleicht später wieder in Bewegung gesetzt, sobald die Operation nach einiger Zeit wiederholt wird, der Verlust wird also in dieser Beziehung noch geringer und lässt eine gewisse Ausgleichung voraussetzen.

An der Stelle, wo das Holz aufgefangen werden soll, muss man es auf irgend eine Art zurückhalten, damit es nicht vorbeischwimmt. Dieses geschieht zuweilen schon dadurch, dass man einen oder mehrere Stämme quer über den Fluss legt, doch ist dieses Mittel nur ausreichend, wenn die Strömung und zugleich die herabtreibende Holzmasse nicht bedeutend ist. Letztere sperrt nämlich einen grossen Theil des Profils, und um so mehr verstärkt sich die Strömung an der Stelle, wo das Profil noch offen ist. Die Scheite werden daher häufig von diesem Strome gefasst und indem sie dabei untertauchen, treiben sie unter einander und unter dem Schwimmbaume fort. Man muss daher, wenn grosse Massen getriftet werden, das Profil nicht nur an der Oberfläche, sondern bis zur Sohle des Flussbettes sperren. Dieses geschieht mittelst der Triftstege und Triftstöcke.

Gemeinhin wird das Holz an einer Stelle aufgefangen, wo ein Wehr liegt, und seitwärts oberhalb des Wehrs führt der Müh-

lengraben zugleich nach dem Holzhofe, in welchen die Scheite hineingebracht werden sollen. Oftmals ist auch ein besonderer Trift-Kanal nach dem Holzhofe geleitet. Die Sperrung muss sowohl in dem eigentlichen Flussbette, also neben dem Wehre, als auch in dem Mühlen- und Trift-Kanale erfolgen. Der Abfluss des Wassers darf hierbei jedoch nicht gehemmt werden, weil dadurch nicht nur Anschwellungen veranlasst, sondern auch die frische Strömung unterbrochen würde, welche nothwendig ist, wenn das Holz den Bestimmungsort wirklich erreichen soll.

Man bildet sonach gitterartige Wände in jedem einzelnen Wasserlaufe. Ueber dem Wehre befindet sich in angemessener Höhe eine leichte Laufbrücke, der sogenannte Triftsteg, und in einem Balken, der an der stromaufwärts gekehrten Seite derselben liegt, sind kreisförmige Löcher von 5 Zoll Durchmesser angebracht, in welche man die Spindeln oder Triftstöcke einsetzt, sobald getriftet werden soll. Letztere lassen jedesmal einen freien Raum von etwa 1 Fuss lichter Weite zwischen sich, und ihr unteres Ende lehnt sich gegen den Vorboden des Wehrs und steht auf der Sohle des Bettes auf. In derselben Art erfolgt auch in den Seiten-Kanälen der Verschluss, woselbst jedoch die Triftstöcke, wenn nicht etwa die Schütze geschlossen sind, sich oben gegen die Griesholme lehnen.

Wenn während des Triftens die Flüsse anschwellen, so geschieht es wohl, dass die Scheite sich vielfach unter einander schieben und stellenweise bis zur Sohle des Flussbettes herabdringen, wodurch entweder ein übermässiger Aufstau, oder auch die Zerstörung des ganzen Triftsteges, oder der Bruch einzelner Spindeln herbeigeführt wird, und jedesmal das Holz von Neuem ins Treiben kommt und grossentheils verloren wird.

Pechmann empfiehlt daher eine andre Einrichtung, welche an den Salinen im südlichen Bayern seit Jahrhunderten im Gebrauch sein soll.*) Die Wehre, welche in gewöhnlicher Weise mit Triftrechen versehn sind, ziehn sich nämlich sehr schräge stromabwärts, und unmittelbar an ihrem untern Ende befindet sich jedesmal die Mündung des Trift-Kanales. Die Einfassung des-

*) Praktische Anleitung zum Flussbau. Band II. München 1826. Seite 32 ff.

selben zunächst des Wehres enthält die Grieswand der Freiarche, und indem hier die Schütze während des Triftens gezogen sind, so ist die Strömung vor dem Wehre so stark seitwärts gerichtet, dass das Holz sich daselbst wenig ansammelt und vielmehr in den Kanal treibt. Das Eigenthümliche der empfohlnen Anordnung besteht darin, dass das Wasser aus dem Trift-Kanale nicht seitwärts in die Schütz-Oeffnungen der Arche tritt, sondern vielmehr abwärts. Zu diesem Zwecke besteht die Sohle des Trift-Kanales an dieser Stelle aus einem Gitterwerke, das hinreichend hoch über dem Vorboden der Freiarche liegt. Auf diesem Gitterwerke ist aber eine Bohlenwand aufgestellt, die sich gegen die Stirnflächen der Seitenmauern lehnt. Fig. 254 *a* und *b* zeigt diese Anordnung im Grundrisse und im Durchschnitte. Es ist dabei noch zu bemerken, dass das hölzerne Gitter unmittelbar vor den Schützen durch einen eisernen Rost ersetzt ist, weil jenes beim plötzlichen Schliessen des Schützes einen so starken Wasserdruck erfahren würde, dass es brechen müsste, was jedoch bei den dünnen Eisenstäben nicht der Fall ist. Das Holz, welches sich beim Triften auch bei dieser Einrichtung noch immer im Anfange des Kanales stark ansammelt, kann leicht weiter geschoben werden, und wird auch, wenn es auf das Gitter herabgezogen werden sollte, durch Zacken leicht gelöst und entfernt. Ein wesentlicher Vortheil besteht darin, dass die Durchfluss-Oeffnung eine viel grössere Ausdehnung hat und sonach die Strömung und der Wasserdruck geringer bleiben, als bei der gewöhnlichen Anordnung. Ausserdem aber ist die Rinne, wo das Holz sich ansammelt, von allen Seiten zugänglich, woher die nöthige Nachhülfe sehr leicht erfolgen kann.

Ende des zweiten Bandes vom zweiten Theil.

Druck und Papier der Hofbuchdruckerei in Altenburg.

